عنوان الكتاب : علم النبات الزراعى (علمى وعملى)

المؤلـــــف : جون برسيفال

سنة النشـــر : ١٩١٦

رقم العهـــدة : د / ٤٢٣

الــ ACC : ١٨٧٢٥

عدد الصفحات : ٣٦١

رقم الفيلـــم : ٧

كتاب علم النبات الزراعى

"علمى وعملى"

الجــزء الأوّل والثـانى والثـالث

الحكومة المصرية — وزارة الزراعة

قسم التعليم الزراعى

كتاب

علم النبات الزراعى

"علمى وعملى"

تأليف

الأستاذ جون پرسيڤال

العضو بالجمعية الزراعية اللينيانية ومدير قسم الزراعة وزراعة البساتين بكلية الجامعة بمدينة ردنج

الجزء الأوّل والثانى والثالث

من الفصل الأوّل الى الفصل الثالث والعشرين

(نقل الى العربية فى وزارة الزراعة)

المطبعة الأميرية بالقاهرة

١٩١٦

محتويات الكتاب

الجزء الثالث — فسيولوچيا النبات : (تابع)

الجزء الاول

المورفولوچيا الظاهرة العامة

الجزء الأول

المورفولوچيا الظاهرة العامّة

الفصل الأول

مقدّمة

١ — تقسم الأشياء التى نصادفها كل يوم الى طائفتين متميزتين بعضهما عن بعض هما : الأشياء الحيّة كالطيور والحشرات والماشية والأشجار والأزهار والأعشاب ثم الأشياء غير الحيّة كالهواء والماء والزجاج والحديد .

والفرق بين هاتين الطائفتين من الأشياء — وان تعذر ايراد بيان واف كاف عن ماهية الحياة يناسب جميع الأغراض العملية — ممكن معرفته بسهولة . ودرس كل منهما درسا واسعا يؤدّى الى استنتاج أن بين عالمى الأحياء والجماد حدّا فاصلا ثابتا .

أهم خواص الأشياء الحيّة وأظهرها قوّة انتاجها أفرادا جديدة ، أى قوّة التوالد (Reproduction) . وتنقسم تلك الأشياء عادة الى رتبتين : الحيوانات والنباتات . ويستعمل لفظ "بيولوچيا" أو علم الحياة فى أوسع

معناه للدلالة على دراسة صور الأشياء الحيّة جميعها وذلك الفرع من البيولوچيا الذى يبحث فيه عن الحيوان يسمى "علم الحيوان" فى حين أن الفرع المتعلق بدراسة النباتات يسمى "علم النبات" . هذا وفى الحيوانات المعروفة قوة التحرك من جهة لأخرى بطريقة ليست فى النباتات وفضلا عن هذا فان الحيوان يحتاج الى مواد يستعملها غذاء له يستمدها من أشياء حيّة أخرى كاللحم واللبن والخبز والبطاطس والمواد التى من هذا القبيل فى حين أن أكثر النباتات الشائعة قادرة على الانتفاع بالمواد التابعة بتة لعالم الجماد مثل ثانى أوكسيد الكربون والماء وشتيت من المواد المعدنية . ومع أن هذه الأوجه من التباين بين النباتات والحيوانات كافية لتمييز إحدى الرتبتين عن الأخرى ما تعلق الأمر بشؤن الحياة اليومية فان استقصاء البحث فى الأشياء الحيّة يدل على أن فيها ما يماثل النبات فى بنائه (Structure) وقوة انتفاعه بالمواد غير العضوية للاغتذاء بها وهو بالرغم من ذلك قادر على التحرك كما تتحرك الحيوانات فى حين أن بعض ما يعتبر فى العادة من الحيوانات لا يتحرك إلا قليلا وفضلا عن هذا فان هنالك أشياء حيّة تعدّ فى النباتات دائما اذ تنتج أزهارا وبزورا مع أنها لا تستطيع الحياة اذا أمدّت بثانى أوكسيد الكربون والمعادن بل انما يلزمها أن تغذى بنفس المواد التى تحتاج اليها الحيوانات أو بما يماثلها فلا غرو إن كانت المجهودات التى تبذل لتعيين حدّ فاصل دقيق بين النباتات والحيوانات تذهب سدى إذ يظهر أن المواد الحية التى فى كل منهما واحدة وليس هنالك نقطة اختلاف واضحة بين ما يسمى بالمملكتين الحيوانية والنباتية . أن العالم الحىّ واحد لا اثنان . ولا بدّ للانسان أن يعى أن النباتات أجسام حيّة كالحيوانات سواء بسواء اذ أن معظم الأغلاط التى يقع فيها الناس فى تعهد وزراعة النباتات تنجم عن قلة ادراك تلك الحقيقة .

٣ — وسنقصر القول على الشائع من نباتات الحقول والبساتين فان هذه النباتات تخالف الحيوانات فى الصورة والبناء مخالفة تامة . وبما أن صعوبة تحديد رتبتى الكائنات (Organisms) انما تصادفنا فى دراسة الكائنات الدقيقة (Micro organisms) التى لا تمكن مشاهدتها تمام المشاهدة فلا بأس باهمالها حتى حين .

ولا يخفى أن النباتات يمكن درسها من وجوه مختلفة متعدّدة فتنشأ عن ذلك فروع خاصة وأقسام من العلم ، فقد يقصر النظر على بحث وظائف الأجزاء المختلفة فى جسم النبات — على العمل الذى تقوم به الأوراق والجذور والأزهار فى حياة النبات — ويعرف هذا الجزء من العلم "بالفسيولوچيا" (Physiology) وقد يعنى بصورة الأجزاء المختلفة وأصلها ونشوئها وتكشفها وعلاقة الأجزاء المختلفة بعضها ببعض بدون اشارة الى العمل الذى تقوم به ويطلق على هذا الفرع اسم "المورفولوچيا" (Morphology) وقد يدرس بناء الأجزاء المختلفة من النباتات ونظامها لتعيين وجوه التشابه والتباين التى بينها توصلا الى وضع جميع النباتات التى بينها شئ من التشابه فى طوائف ، ويسمى هذا مبحث "النبات الترتيبى" (Systematic Botany) . وقد يقسم العلم رغبة فى التوسع والالمام به بطريقة منطقية عدّة أقسام أخر وتجعل دراسة النباتات فى كل قسم منها من وجه يخالف الوجه الآخر مخالفة ما . أما نحن فسنقصر دراستنا أوّلا على النباتات البزرية ، (Seed-plants) وان كانت الرتب الأخرى من المملكة النباتية جديرة بالنظر ، لأن هذا القسم يشمل الشائع الأشيع من النباتات فى كل مكان . ويجدر بالزرّاع وبكل من لهم مصلحة فى تعهد النباتات سواء أكان للتسلى بذلك أم لاكتساب مغنم أن يختبروا ويبحثوا النباتات من وجوه شتى إذ لا يمكن بغير ذلك أن يحصل تقدّم حقيقى فيما يزرعون .

٣ — إن معظم نباتات الحقول تابع للرتبة المعروفة "بالنباتات البزرية" (Spermaphytes) وقد تسمى "بالنباتات الزهرية" (Flowering Plants) ولكن أهم خواصها انتاج البزور . وتاريخ حياة النبت البزرى عملية مستمرّة من النموّ والتكشف يرى فيها أربعة أدوار متميزة هى :

(١) انبات البزرة وخروج نبت صغير منها .

(٢) تكشف (Development) الجذور والسوق والأوراق الخضراء ونموّها .

(٣) دور الإزهار أى تكوين الأزهار وتفتحها .

(٤) انتاج الأثمار وما تحتوى من البزور .

ويكون تتابع الأحوال على هذا الترتيب اجماليا ويشغل تكشف الجذور والسوق والأوراق أكبر جزء من حياة النبات عادة على أن هناك اختلافا كبيرا فى مقدار الزمن الذى يستغرق للوصول الى شتى أدوار التكشف كما أن الأدوار ليست متساوية الأبد دائما فى النوع الواحد من النبات .

٤ — قد تقسم النباتات من حيث آجالها الى "حولية" (Annual) أى سنوية و"ذات سنتين" (Biennial) و"معمرة" (Perennial) .

يراد "بالحولى" ، النبات الذى يتم دور حياته فى فصل نموّ واحد وذلك أنه يبتدئ بزرة ثم ينمى جذرا وساقا وأوراقا ثم ينتج أزهارا و بزورا ثم يموت بعد ذلك تاركا وراءه ذرية فى صورة بزور .

أما النبات "ذو السنتين" فيبتدئ حياته فى صورة بادرة (Seedling) ويقضى دور نموّه الأوّل فى انتاج الجذر والساق والأوراق وحدها ثم يدخل بعد ذلك فى دور ثان من النموّ وينتج ساقا تحمل أزهارا و بزورا يموت النبات بعد نضجها .

وأما "المعمرة" فهى النباتات التى تعيش أكثر من سنتين وقد تمضى عليها عدة فصول قبل أن تنتج أزهارا أو بزورا وتنقسم فى الغالب الى قسمين :

(١) النباتات العشبية المعمرة (Herbaceous Perennials) .

(٢) النباتات الخشبية المعمرة (Woody Perennials) .

ففى القسم الأوّل تكون الأوراق والسوق التى فوق الأرض طريئة رخصة ثم تموت فى آخر فصل النموّ . أما أجزاء النباتات التى تبقى لتنمو فى السنين التالية فتمكث تحت الأرض . ومن هذه الرتبة النبات المعروف فى مصر "بسم الفراخ" (Withania) ونبات البطاطس وحشيشة الدينار . أما فى النباتات الخشبية المعمرة ومنها كل الأشجار والشجيرات فان السوق التى فوق الأرض تكون خشبية صلبة .

وهذه الطريقة فى تقسيم النباتات تبعا لطول آجالها نافعة إلا أنها ليست فاصلة لأن مدة مكث تلك النباتات تتوقف بعض التوقف على الفصل وزمن البذر وطريقة تعهد الزراعة .

وللمناخ والتربة كذلك تأثير فى مكث النباتات إذ أن الحولية فى بعض الأقاليم تعتبر ذات سنتين فى غيرها وربما أصبحت معمرة فى أخرى .

تجربة ١ : أبذر حبوب غلال و بعض المغلّات (Crops) الجذرية أى المحصولات الجذرية — اللفت والبنجر والجزر — فى خطوط قصيرة فى اليوم الأوّل من كل شهر فى خلال سنة كاملة ثم دوّن مشاهداتك عن نموّها حتى وقت انتاجها للبزور وتحصل على نتائج جلّى .

٥ — ولما كانت مدة حياة النباتات الزهرية عرضة لمثل ما أشير اليه من التغيّر وكان تقسيمها الى حولية وذات سنتين ومعمرة تقسيما عرفيا (Arbitrary) فقد وضعت تلك النباتات أحيانا فى طوائف تبعا لعدد المرّات التى تنتج فيها بزورا .

فالنباتات التى تعطى مغلّا واحدا ثم تموت بعد ذلك تسمى "بالنباتات الوحيدة الحمل" (Monocarpic) ومن هذا النوع النباتات الحولية وذات السنتين وكذلك بعض النباتات المعمرة .

أما النباتات التى منها أكثر الأشجار والشجيرات والعلّيق (Bind-weed) وكثير من الأعشاب وتستطيع انتاج أزهار وبزور فى عدد غير محدود من الفصول فانها تسمى "بالنباتات عديدة الحمل" (Polycarpic) .

الفصل الثانى

البزور — بناؤها وإنباتها

١ — لا يخفى أن من أشيع الطرق فى تربية النبات بذر ما يسمى "بالبزور" ولكن قل من يدركون طبيعتها الحقيقية ومقدرتها ممن يستعملونها ولعل ذلك القصور فى المعلومات لا ينشأ عن عدم الاهتمام بالبزور كما ينشأ من أنها، رعيا لحسن تعهدها، تكون فى العادة مدفونة فى الأرض وعلى ذلك فهى خفية عن العين وزد على ذلك أن من هذه البزور ما هو صغير الحجم بحيث يصعب أن تراه العين المجردة . ولابد لفهم الطبيعة الحقيقية لبزرة ما ، من اختبار أصلها وبنائها ثم ملاحظة نموها ما استطعنا من أول عهود حياتها الى الوقت الذى تنتج فيه نباتا صغيرا تام التكوين .

بزرة الفول — ان بزرة الفول الرومى العريضة التى نشاهدها فى التمرين العملى العادى فى الحدائق والحقول هى من أكبر البزور وبما أن أجزاءها ذات حجم يكفى لملاحظة كل أجزائها بدون الاستعانة بشئ أقدر من عدسة الجيب المعتادة فهى اذن موافقة للدراسة موافقة خاصة .

عند ما تنفتح قرنة هذا الفول العريض — اذا ما أوشكت أن تنضج — تجد أن كل بزرة فيها ملتصقة بداخلها بواسطة خيط قصير هو "السُّرّ" (Funicle) (شكل ١) وفى هذا الخيط تمرّ جميع المواد الغذائية من "الأمّ" (Parent) الى البزرة فى صغرها لتتمكن من التكشف . وتكون "القرنة" (Pod) فى أول الأمر على شكل أولىّ (Rudimentary) فى مركز الزهرة وتكون أجزاؤها ومكوّناتها إذ ذاك صغيرة جدّا ومع ذلك فيستطاع مشاهدتها بسهولة بواسطة العدسة الجيبية . وبعد ذبول الزهرة تنمو القرنة والبزور التى فى داخلها ، ويزداد حجمها شيئا فشيئا بما تمدّها أجزاء النبات الباقية من الغذاء وفى النهاية عند نضجها تذبل وتجف الحبال السُّرّية ثم تنفصل البزور عن أمّها التى أنتجتها .

اذا جفّت البزور ونضجت كانت كل بزرة صلبة ذات سطح غير مستوى ولكن لا يمكن فى هذه الحالة فحص بنائها فحصا واضحا ولكنها إذا نقعت فى الماء مدّة اثنتى عشرة ساعة تصبح ألين مما كانت وحينئذ يسهل فحص أجزائها .

أما السطح الخارجىّ ذو اللون البرتقالى الباهت فهو أملس وعند أحد طرفيه ندبة (Scar) سوداء ضيقة ممتدة تسمى "سرّة البزرة" (Hilum) وتعرف فى العرف "بعين بزرة الفول" وهى تدل على الموضع الذى انفصل فيه طرف السر العريض عن البزرة حين نضجها فى القرنة .

بالقرب من أحد طرفى السرة ثقب دقيق جدّا يعرف "بالنّقير" (Micropyl) يمكن رؤيته بالعدسة الجيبية بسهولة ومنه يرشح الماء مصحوبا بفقاقيع هوائية اذا ضغطت بزور الفول المنقوعة بين السبابة والابهام .

ولهذا النّقير اتصال بداخل البذرة ، وهو الفتحة الوحيدة التى فيها .

واذا شق حول حافة البزرة بمطواة أمكن نزع الجزء الخارجىّ من بزرة الفول ولاح كغشاء جلدى باهت الصفرة نصف شفاف ويعرف هذا "بالقُصْرة"

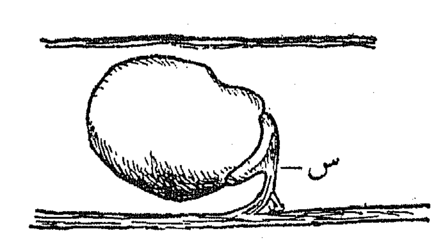
(Testa) أو "الغلاف البزرى" وهو أغلظ مايكون جسما وأنعم نسجا فى الموضع الذى فيه السرة . أما ما بقى من البزرة بعد إزالة غلافها فذو شكل بيضى مسطح شبيه بشكل بزرة الفول التامة ويمكن قسمته الى نصفين شحمين (Fleshy) كبيرين يسميان "بالفصين" (Cotyledons) أو "بالفلقتين" (شكل ٣ ف) وهذان النصفان غير منفصلين بعضهما عن بعض انفصالا تاما بل هما مرتبطان من الجانب بجسم مخروطى بارز (شكل ٣ ح) يرى أحد طرفيه مالئا فراغا أجوف من غلاف البزرة يقابل النقير بالضبط ، أما الطرف الثانى فمنثن ومنعطف الى الداخل بين الفلقتين الشحمتين ويسهل ملاحظة امتداد هذا الجسم (Structure) المنحنى الصغير وشكله اذا استؤصلت احدى الفلقتين استئصالا تاما . هنالك يبقى هذا الجسم معلقا فى الفلقة الأخرى كما فى شكل (٣) .

تج ٢ : انقع بعض بزور الفول الرومى العريض فى الماء ثم احفظها مدى الليل فى مكان دافىء . افحص هذه البزور فى اليوم التالى ثم ارسم الأجزاء المختلفة التى شوهدت قبل إزالة القُصْرة وبعدها . لاحظ موضع أجزاء الجنين بعضها من بعض وبالنسبة لغلاف البزرة .

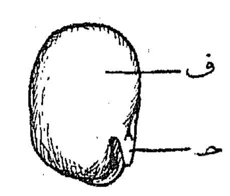
افحص وقارن بناء البزور الآتية بعد نقعها بنفس هذه الطريقة : بزرة البازلاء (البسلة) وبزرة الجلبان ثم بزرة البرسيم .

أما بزرة الفول فلا تشتمل على شئ أكثر مما سبق وصفه على أن طبيعة الأجزاء المكونة لها وعلاقتها لا تظهران إلا اذا وضعت البزرة فى التربة أو حفظت مع مراعاة شروط معلومة ثم تركت لتنمو .

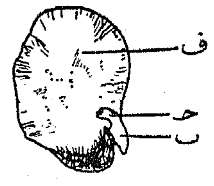
واذا ابتدأ النمو استطال الجزء الأسفل من ذلك الجسم الصغير المنحنى ومهد طريقه مخترقا غلاف البزرة فى نقطة قريبة جدا من النّقير لا فى النّقير ذاته كما يقال فى الغالب خطأ وسرعان مايصبح على صورة أشبه بما فى شكل (٤) ويعرف إذ ذاك "بجذر نبيت بزرة الفول" .



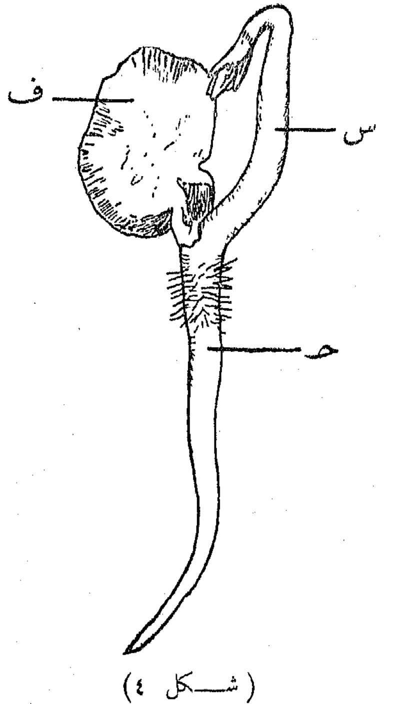
(شكل ١)
قطعة من قرنة فول تبين موقع السر "س" وبذرته المتصلة به



(شكل ٢)
جنين فولة يبين : ح الجذير ؛ ف = الفلقة



(شكل ٣)
مثل شكل (٢) ؛ بعد استئصال احدى الفلقتين ؛ ح = الجذير ؛ ب = الريشة ؛ ف = فلقة الجنين



(شكل ٤)
جنين الفولة بعد نمو أربعة أيام . استؤصلت إحدى فلقتيه . ف = فلقة ؛ ح = الجذر الابتدائى ؛
س = السويق الجنينية العليا على طرفها برعم . يقارن بشكل (٣) .

أما الجزء العلوى المنحنى الكامن بين الفلقتين فانه ينـدفع فى طريقه الى الخارج من نفس الفتحة التى فى غلاف البزرة ثم ينمو حتى يصير ساقا من طرفها تتفتح الأوراق تدريجا . من هنا يتبين أن بزرة الفول العريضـة هى عبارة عن كيس مشتمل على نبات بزرة الفول فى حالة أولية (Rudimentary).

ويسمى هذا النبيت "بالجنين" (Embryo) . أما جزؤه الذى يصير جذرا وساقا فيسمى "بالمحور الأصلى" (Primary Axis). وجزء المحور الأصـلى الذى تحت نقطة اتصال الفلقتين به يعرف "بالجذير" (Radicle) ويتكوّن من قطعة ساق صغيرة جدّا هى "السويق الجنينية السفلى" (Hypocotyl) التى يوجد الجـذر عند طرفها ولا يمكن معرفة المكان الذى تنتهى عنده الساق ويبتدئ الجذير فى بادرة (Seedling) الفول بدون مساعدة الميكروسكوب وفحص البناء الداخلى لمحور النبات .

أما طرف المحور الأصلى المنحنى الذى هو فوق الفلقتين فهو "ريشة الجنين" (Plumule) ويتكوّن من قطعة ساق صغيرة تسمى "السويق الجنينية العليا" (Epicotyl) ، ويوجد على قمتها برعم أو زر تخرج منه الساق المعتادة التى تظهر فوق سـطح الأرض تحمل أوراقها الخضراء وأزهارها . وفى الأدوار الأولى من نموّ الجنين من البزرة نجد أن نموّ السويق الجنينية السـفلى قليل جدّا . أما أعظم أجزاء الساق نموّا فى هذه الحالة فهو السويق الجنينية العليا . واستطالة ذلك الجزء من هذا النبيت هو الذى يدفع الريشـة فوق سطح الأرض محوطة بأوراقها الصغيرة . أما الفلقتان فتبقيان تحت الأرض فى قصرة البـزرة .

أما الجزء العلوى من السـاق وهو الذى يحمل الريشـة فيخرج من البزرة منحنيا ثم يبقى على هذا الشكل بعد خروجه بمدة وبهذه الطريقة تصان

أوراق الريشة الرقيقة من الأذى أثناء تقدّمها فى النمّو الى أعلى اذا كانت البزرة قد وضعت فى الأرض أو الرمل (شكل ٤) .

تج ٣ : لف بعض بزور من الفول المنقوع فى خرقتين رطبتين من الصوف أو القطن ثم ضعها فى طبق وغطّها بطبق آخر وذلك بوضعه مقلوبا فوقها ثم اتركها فى حجرة دافئة وافحصها مرتين فى كل يوم ودعها معرضة للهواء الطلق بضع دقائق فى كل مرة مع حفظ الخرقة رطبة لامبلولة — وعندما تنبت لاحظ الموضع الذى خرج منه الجذير من غلاف البزرة . دع بعضها ينمو حتى يخرج الجذر والريشة من البزرة خروجا بينا ثم قارن الأجزاء المختلفة من البزور النابتة بأجزاء البزور التى لم تنبت .

٢ — الإنبات : عند ماتكون القرنة فى حالة التكوّن يغذى الجنين الذى فى البزرة من الأم ثم ينمو نموّا ظاهرا حتى يتم نضجه وحينئذ يكون النبت الصغير فى حالة سكون (Dormant state) داخل البزرة ولا تبدو عليه إذ ذاك أى علامة من علامات الحياة . فاذا توافرت له شرائط خاصة يأخذ فى التيقظ ثم ينطلق من الغلاف الذى يقيه عجلا ليحيا مستقلا . هذا التيقظ من حالة السكون الى حالة النمّو الفعلى يسمى "بالانبات" (Germination) ويتوقف على مدد كاف من : (١) الماء (٢) الحرارة (٣) الهواء أو الأوكسيچين . ولابد فى كل حال من أن يكون النبات الصغير الذى فى البزرة حيّا .

أما حقيقة حالة السكون فى البزور فغير مفهومة تمام الفهم . ولكن أجنة البزور القديمة أوالتى جمعت قبل أن تبلغ أو خزنت خزنا سيئا تكون فى الغالب ضعيفة أو ميتة وفى هذه الحالة لايكون الانبات ممكنا . كما أنه لم يستطع أن يحدّد مقدار الوقت الذى يمكن أن تحفظ فيه البزور فلا تموت أجنتها تحديدا مرضيا إذ أنه يختلف باختلاف نوع البزرة ونضجها وتركيبها وكذلك طريقة خزنها . ففى معظم بزور البساتين والحقول التى تختزن بالطرق المعتادة وجد أنه لايصلح للنموّ منها بعد عشر سنين إلا القليل ويموت عدد عظيم منها

فى خلال سنتين أو ثلاث . ولكنّا سنتكلم عن هذه المسألة بإفاضة فى فصل من الفصول الآتية فيكفى لغرضنا الذى نحن فى صدده أن نذكر أن عمر البزرة عامل مبين فى الانبات بصرف النظر عن الشروط الثلاثة المذكورة فيما سبق .

٣ — ضرورة المـاء للانبات أمر معروف لأن بزور الفول يمكن حفظها مدّة غير محدودة دون أن تنبت فى كيس أو فى درج على درجات حرارة مختلفة ومع وصول الهواء اليها . ولكنها إذا وضعت فى أرض رطبة أو بين ورق نشاف رطب تتشرّب المـاء بسرعة . وتسهل ملاحظة ذلك عند ما تنقع حبوب الفول مدّة اثنتى عشرة ساعة فى إناء مملوء بالمـاء فان المـاء ينفذ من أجزاء غطاء البزرة جميعها ولا سيما من النّقير ومن الخط اللين المـادة الذى يخترق طول مركز السرّة بأكمله . فينتقل المـاء بسرعة حتى يتصل بجزء الجنين الذى ينمو أوّلا أى الجذير . أما الجزء اللّين الاسفنجى الغليظ من داخل القصرة الذى يكون تحت السرّة فانه يختزن كميّة كبيرة من المـاء ينتفع بها النبات النامى . هذا و يتشرّب الجنين والغطاء بأكملهما المـاء ويزدادان رخصا وكبرا تبعا لذلك ولاتبتدئ بزرة الفول فى اظهار أية علامة من علامات الانبات إلا بعد أن يحدث ذلك الانتفاخ .

تج ٤ : لبيان تأثير النقير والسرّة فى تشرّب المـاء خذ عشرين بزرة من الفول تكون كلها بحجم واحد تقريبا ثم ادهن سطح النقير والسرّة من عشر بزور منها بورنيش سريع الجفاف أو بالطلاء الأسود الذى تطلى به الدرّاجات (Cycle Black) ثم خط خطوطا ذات حجم واحد على البزور العشرة الأخرى بحيث لاتلمس النقير ولا السرّة . زن كل قسم من هذين القسمين على حدة ثم ضع البزور جميعها فى حوض ماء طول الليل ثم انشلها من المـاء فى صباح اليوم التالى وجففها بعناية بمنشفة ثم زنها ثانية . وانظر أى القسمين كانت زيادته أكثر .

٤ — حاجة الانبات الى درجة حرارة مناسبة أمر يعرفه الذين تعوّدوا بذر البزور . إذا وضعت بزور الفول المنقوعة فى الأرض فى زمهرير الشتاء فانه لايبدو

عليها أى علامة تدل على تنبهها من حالة السكون التى هى فيها ، واذا بدت كانت ضئيلة جدّا ، ولكنها اذا وضعت على ورقة رطبة من النشاف وغطيت بزجاجة ثم استبقيت فى غرفة خرج الجذير فى أيام قليلة من البزرة ، وتختلف البزور بعضها عن بعض فى احتياجها الى درجة الحرارة اللازمة لانباتها فأجنة بعض البزور تبتدئ فى مدّ جذيراتها واختراق طرقها داخل غلاف البزرة حتى ولو حفظت على درجة من الحرارة فوق نقطة التجمد : وغيرها يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٩ أو ١٠° مئوية حتى تشرع فى النمو . واذا حاولنا إنماء بزور الفول على درجة ٤٥° مئوية وجد أن هذه الدرجة حارة جدّا فلا تتقدّم البزور فى نموّها إلاقليلا وقد لاتتقدّم مطلقا . وبين تلك الدرجة العالية التى يظهر أن النموّ محال فيها وبين نقطة التجمد التى يوقف عندها نموّ جنين بزرة الفول ، توجد درجة حرارة يتقدّم فيها نموّ الجنين أسرع تقدّم ويخرج من غطاء البزرة فى أقصر وقت . تلك الدرجة المناسبة جدّ المناسبة ، هى حوالى ٢٨° مئوية أما على درجات الحرارة التى فوقها أو تحتها فان الانبات يتأخر .

تج ٥ : هيّء كميتين منفصلتين من بزور فول ذات حجم متشابه ، منقوعة أبد مدة واحدة فى خرقة رطبة كما سبق الوصف فى التجربة الثالثة ثم ضع إحدى هاتين الكميتين فى غرفة دافئة وضع الأخرى فى مكان بارد ولاحظ أيتهما تخرج جذيراتها أوّل .

٥ — ولا بد لنموّ النبات الصغير من بزرة الفول من مدد من الهواء ولكن داعى الحاجة اليه غير ظاهر ولا مدرك عند الناس إدراكهم لضرورة الرطوبة والدفء . على أنه يرى أن بزور الفول اذا وضعت فى دورق أو زجاجة مشتملة على ثانى أوكسيد الكربون أو على الايدروچين تأبى الانبات حتى ولو أمدّت بكمية مناسبة من الماء واستبقيت فى حرارة تعادل حرارة الصيف .

تج ٦ : ضع عشر بزور منقوعة من بزور الفول فى زجاجة ذات رقبة واسعة : املأ الزجاجة من غاز ثانى أوكسيد الكربون أو غاز الاستصباح ثم سدّها بسدادة محكمة من الصمغ المرن (الكاوتشوك) . هيّء زجاجة أخرى بنفس تلك الطريقة واملأها من الهواء المعتاد بدلا من المواد السابقة ، ثم انزع سدادتها مرتين فى كل يوم وادخل فيها شيئا من الهواء النقى بواسطة النفخ الصناعى حتى تضمن بذلك إمداد البزور بكمية وافية من الهواء . ضع الزجاجتين فى مكان دافىء ثم لاحظ أيتهما خير انباتا .

٦ — ان التمدّد الخاص أو النمو الذى يحدث فى الأجزاء الداخلة من بزرة الفول وضرورة إمدادها بكمية مناسبة من الماء والهواء والحرارة لاظهار هذه التغييرات يدلنا على أن ما بين أيدينا هو كائن حى . ويتضح ذلك جليا اذا لاحظنا أن البزرة تمتص أوكسيچين الهواء ويحل محله فى الهواء المحيط بالبزور غاز ثانى أوكسيد الكربون اذ أن هذا هو ما يحدث فى تنفس الحيوان الحىّ .

تج ٧ : يتولد ثانى أوكسيد الكربون عند ما تنبت بزور الفول .

ضع عشرين بذرة فول منقوعة فى زجاجة واسعة الفم ثم سدّ عليها بعد أن ترى أن عود الثقاب يحترق كالعادة فى هذه الزجاجة واترك هذه البزور فى مكان دافىء مدة أربع وعشرين ساعة ثم انظر فيما اذا كان عود الثقاب يحترق فى الزجاجة عندئذ أم لا .

غاز ثانى أوكسيد الكربون ممكن تفريغه فى كأس بها ماء الجير ، فاذا كان الغاز موجودا دل على ذلك صيرورة ماء الجير لبنىّ اللون عند رجه وهذا ناشئ عن رسوب كربونات الجير .

ولا يمكننا البحث الآن فى الفائدة التى تعود على النباتات من الماء والحرارة والهواء ولكن لابأس من القول هنا أنه قلما يتخلص الجنين من صلابة غلاف البزرة وجمودها بدون الماء لأن الماء يلين الغلاف ويسهل على الجذير والريشة تمزيقه عند تمدّدهما .

ويتوقف نمو الجذير المستطيل والفرخ (Shoot) وتكوينهما على الفلقتين الغليظتين فى العهود الأولى من حياة نبات الفول أى من ابتداء الإنبات الى

الوقت الذى تصير فيه الأوراق الخضراء منبسطة . ففى أول الأمر تكون الفلقتان غليظتين شحمتين فاذا أخذ الجذير والريشة فى النمو أخذت الفلقتان فى اللين والدقة ثم يؤول أمرهما الى التكمش الشديد . أما الفلقتان فورقتان محشو باطنهما بالزاد (Food) الذى يتغذى به باقى الجنين النامى وتستعمل كمية كبيرة من الماء الذى امتصته البزرة لإذابة المادة الغذائية وحمل هذه المادة الى شتى أجزاء جذر النبات الصغير وفرخه حيث يجرى النمو .

تج ٨ : أنبت بعض بزور من الفول على خرقة رطبة كما فى التجربة الثالثة ثم بيّن أن الفلقتين ضروريتان لنمو جذر الجنين وفرخه وذلك بقطعهما عنهما بمجرّد انطلاق هذين الجزئين من غلاف البزرة . اقطع فلقة واحدة ثم فلقتين فى أدوار مختلفة من النمو ثم انظر هل يستطيع المحور (الجذر والفرخ) أن ينمو بدونهما ؟ ودع النمو سائرا فى طريقه زمنا ما ليظهر لك التأثير واضحا جليا .

٧ — ليست التغيرات التى تشاهد فى جنين بزرة الفول المنبتة هى وحدها التى تدل على أن بزرة الفول كيان أو جسم حىّ ، وأنها كالحيوان يتوقف على إمداده بمقدار كاف من الماء والهواء لاظهار حياته بل أن أجزاء نبات الفول الصغير بعد خروجه من البزرة تدل على أن بها الخواص الملازمة للحياة . وحينما توضع البزرة فى الأرض نجد أن الجذير عند خروجه منها يتجه مباشرة الى أسفل ثم يستمر فى نموه فى هذا الاتجاه . وكذلك الحال دائما مهما اختلف وضع البزرة فانك اذا أخذت البزرة بعد انباتها وزرعتها بحيث يكون الجذر الابتدائى متجها نحو سطح الأرض وجدت أن سن (Tip) الجذر يأخذ فى الانحناء ثانية الى أسفل ثم يستمر فى هذا الاتجاه حتى يعاق سيره مرة أخرى .

أما الريشة فتسير على نقيض سير الجذر إذ هى بعد خروجها من غلاف البزرة تنمو قمتها المنحنية متجهة الى أعلى ومبتعدة عن الجذر واذا قلبت البزرة

وزرعت ثانية فان الريشة تأخذ فى الانحناء بحيث تتجه قمتها الى أعلى نحو سطح الأرض . أما كون هذه الخواص ترتبط بالحياة على صورة ما فواضح لأن الأجنة الميتة لاتسير هذه السيرة .

تج ٩ : ازرع بزور فول منقوعة فى أص من أصص الأزهار (قصرية) أو فى صندوق مملوء من تربة البساتين المعتادة وضع هذه البزور على أوضاع مختلفة فى الأص (القصرية) أو الصندوق بحيث يكون بعضها موضوعا على الجانب المستوى ، و بعضها بحيث تكون السرة متجهة الى أعلى ، والبعض الآخر والسرة متجهة الى أسفل . اتركها تنمو فى مكان دافىء ثم استخرجها بمجرّد ظهور علامات الانبات ثم لاحظ الاتجاه الذى أخذه كل من الجذر والفرخ .

ويمكن اختبار ما فى الجذر من الميل الخاص الى الضرب الى أسفل دائما وما فى الساق من الميل الى أعلى بأن يزرع الفول أولا فى ثرى من أرض البساتين ثم قلب بزوره بعد ذلك . ولا بدّ لاجتناب الخطأ من انتزاع جميع النباتات الصغيرة من التربة ثم وضعها ثانية فى الأرض على أوضاع مختلفة بحيث يكون بعضها كما كان وقليل منها معكوس الجذور والسوق و بعضها موضوعا وضعا أفقيا . ولا بأس باختبارها مرة أخرى فى آخر الأسبوع .

وهناك طريقة أخرى للابانة عن تلك الخاصة ذاتها يمكن اجراؤها كما يأتى :

استنبت بزورا منقوعة فى خرقة رطبة كما فى التجربة الثالثة وعندما يصل امتداد الجذور الى ما يقرب من سنتيمتر وربع خذ بزرتين وعلقهما بخيط جنبا لجنب فى زجاجة بحيث يكون جذراهما الى أسفل وساقاهما الى أعلى . ويجب أن يكون بالزجاجة قليل من الماء حتى يبقى الهواء رطبا . واذا بلغ طول الجذور خمسة سنتيمترات تقريبا فاعكس وضع بزرة من البزور بحيث تكون سنان جذورها الى أعلى وساقها الى أسفل . ثم لاحظ أن قمة جذور البزرة المعكوسة تبتدئ فيما يقارب اثنتى عشرة ساعة فى أن تتجه الى أسفل فى حين أن الريشة تنحنى ببطء أكثر حتى تأخذ الوضع الذى كانت فيه قبل أن تعكس . ولا بد من وضع الزجاجة فى صندوق مظلم أو فى خزانة مظلمة لاتقاء تأثير الضوء فى النبات كما ينبغى نفخ الهواء النقى فى الزجاجة مرتين فى اليوم .

٨ — ان كانت البزور تختلف بعضها عن بعض اختلافا غير محدود من حيث حجمها وشكلها فانها شبيهة ببزرة الفول من حيث ان جميعها يشتمل على نبات صغير مجتمع داخل الغلف البزرية وتتفق جميع البزور فى هذه

الصفة الجوهرية إلا قليل منها ، ولهذا كانت البزور ذات فائدة فى زراعة المغلّات أو النباتات .

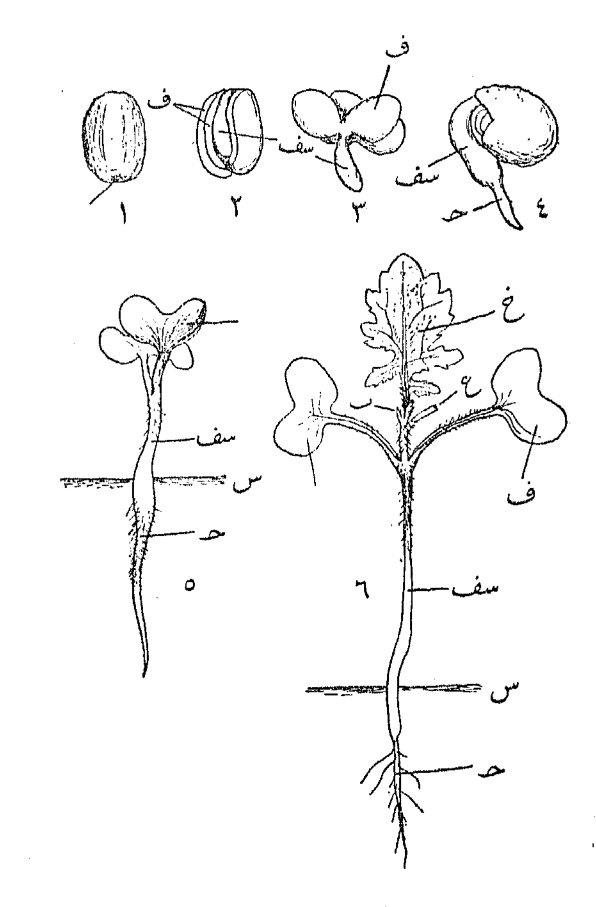
أما وضع الجنين فى البزرة وحجمه النسبي ومنظر أجزائه المختلفة ، فانه يختلف فى البزور اختلافا عظيما وفضلا عن هذا فان نمو النبات فى خلال الانبات وبعده ليس واحدا فى جميع الأحوال . ولا بد والحالة هذه من ملاحظة بعض الشائع والأهم من وجوه التخالف .

الخردل — تشتمل بزرة الخردل على جنين شبيه بجنين بزرة الفول مكوّن من جذير وريشة وفلقتين . وهاتان الفلقتان المتضامتان أرق جسما بالنسبة لحجم بذرة الفول وبهما فجوة أو فرضة (Notch) عميقة كما يشاهد فى شكل (٥) أما الجذير فمنحنٍ وراقد فى ثنية الفلقتين اللتين توجد فيهما الريشة صغيرة حتى لاتكاد ترى .

وعند الانبات تجد أن الفلقتين تخرجان من الغلف خروجا تاما وتندفعان الى سطح الأرض (بدلا من بقائهما داخل غلاف البزرة واستقرارهما تحت الأرض كما هو حال بزرة الفول العريضة) ثم يكبر حجمهما فى الوقت نفسه ويصيران خضراوين كالأوراق المعتادة . وهما أول الأوراق الناعمة من بادرة نبات الخردل .

وبعد وقت قصير تخرج الريشة من بين الفلقتين وتكوّن ساقا توجد عليها الأوراق الخشنة المعتادة مجزأة وقد انبسطت قبل ذلك شيئا فشيئا .

تج ١٠ : انقع بعض بزور من الخردل ثم افحص بناءها ولاحظ على الأخص كيف يجتمع الجنين فى داخل كل منها . دع بعضها ينبت وينمو مدة أسبوع أو أكثر على خرقة رطبة ثم افحصها فى مختلف أدوار نموها مع ملاحظة الفلقات المفرّضة المحزوزة وما معها من ريشة صغيرة وسويق جنينية سفلى بيّنة وما بين هذه السويق والجذر من الافتراق التام .



(شكل ٥)

(١) بذرة الخردل الأبيض . (٢) جنين مطوى كما يرى بعد ازالة الغلاف البزرى (٣) الجنين غير مطوى . (٤) البزرة فى حالة الانبات . (٥) بادرة حديثة . (٦) بادرة عمرها أسبوع

ف = الفلقتان أو الورقتان الناعمتان ؛ سف = السويق الجنينية السفلى ؛ حـ = الجذير والجذر الابتدائى ؛ خ = الأوراق الخصوصية الأولى (الأوراق الخشنة) ؛ ع = عنق ورقة أخرى مثل خ بعد ازالة النصل ؛ ب = البرعم الطرفى أو الانتهائى ؛ س = سطح الأرض

٩ — تسمى الفلقات التى تبقى تحت سطح الأرض "بالفلقات الأرضية" (Hypogean) أما الفلقات التى تخرج فوقه فتسمى "الهوائية" (Epigean) والذى يعين موضع هذه الفلقات هو المقدار النسبى من نموّ السويق الجنينية السفلى والسويق الجنينية العليا. فاذا نمت السويق الجنينية السفلى بقوّة فى خلال الانبات أو بعده فان الفلقتين تندفعان فوق سطح الأرض فأما اذا نمت السويق الجنينية العليا وحدها فترتفع الريشة فوق سطح الأرض وتبقى الفلقتان تحت سطحها فى الموضع الذى وضعت فيه البزرة . هذا والسويق الجنينية السفلى من بزرة الفول العريضة قصيرة جدّا كما أن النقطة التى تنتهى اليها تلك السويق ويبتدئ عندها الجذر غير معينة تمام التعيين . أما فى بادرة الخردل فنجد أن النقطة التى تفرّق بين الجذر والساق منتفخة قليلا ويسهل تمييزها (شكل ٥).

١٠ — جميع النباتات التى تكون أجنتها كجنين بزرة الفول والخردل تشتمل على فلقتين، وهذه تعرف "بذوات الفلقتين" (Dicotyledons) ومنها تتألف رتبة كبيرة بيّنة من النباتات الزهرية أو البزرية .

١١ — ان ماذكر من البزور لا يشتمل داخل غلفها البزرية على شئ غير النبات الجنينى الذى يتوقف نموّ جذره وفرخه على المواد المخزونة فى بعض أجزاء جسمه ، ولا سيما فى الفلقتين . ويصدق هذا حتى فى البزور التى تكون كبزور الخردل أى التى تكون فلقتا الجنين فيها رقيقتين . وهناك عدد من النباتات كالخروع والبنجر والبطاطس له بزور بها مستودعات من الزاد داخل الغلاف البزرى ولكنها خلوّ من الجنين وفلقتيه وان كانت تابعة لذوات الفلقتين .

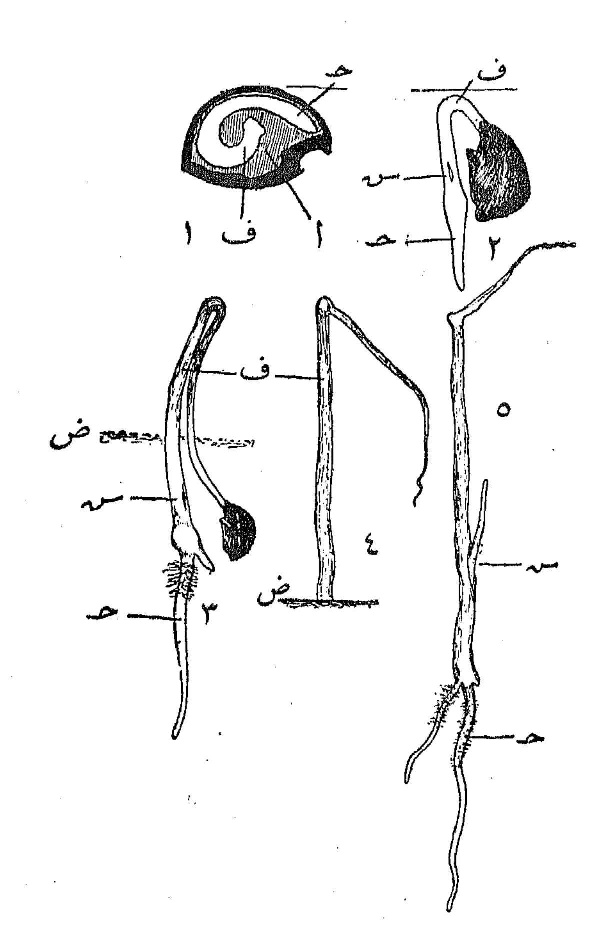
ويعرف ذلك الغذاء المختزن المنفصل مهما كان تركيبه الكيميائى "بالأندوسپرم" (Endosperm) وتسمى البزور التى تخزن هذا الغذاء "بالبزور الأندوسپرمية" (Endospermous) أما البزور التى كالفول والبازلاء والجلبان والخردل واللفت

وهى التى ليس بها غذاء منفصل مختزن فتعرف ”بالبزور عديمة الأندوسپرم“ (Exendospermous) .

١٢ — ومن البزور الاندوسپرية الشائعة ما يشتمل على أجنة ليست من ذوات الفلقتين وهذه يختلف بناؤها من وجوه عدة عن بناء البزور التى سبق ذكرها ومن خير الأمثلة على ذلك البصل .

البصل — بزرة البصل سوداء بيضية الشكل تقريبا أحد جانبيها محدب والآخر يكاد يكون مستوى وكل واحدة منها تشتمل على اندوسپرم وجنين معقوص فى الداخل كما يرى فى رقم ١ ، شكل (٦) وعند ما يبتدئ الانبات نجد أن الجزء المنحنى (ف) المنغرس فى وسط الاندوسپرم ينمو ثم يدفع الطرف (حـ) من الجنين خارج البزرة . ومن هذا الطرف الظاهر الذى هو الجذير يخرج وينمو جذر أولى نحيل مستقيم يرى امتداده عند نقطتى ٣ و ٥ من شكل (٦) .

ينمو جزء البادرة الصغيرة الذى يمتد من الجذر الى داخل البزرة فى أول الأمر بسرعة شديدة وينحنى انحناء ظاهرا (رقم ٢ ، شكل ٦) ثم يظهر فوق الأرض على شكل عروة مقفلة كما فى (ف) ولكن بعد ازدياد النمو يشاهد أن الطرف الذى بداخل البزرة يخرج من التربة ثم ينمو قائما فى الهواء . وتتغير القمة التى بداخل البزرة وتمتص الاوندسپرم ثم تظل كذلك عادة حتى تنتقل جميع المادة الغذائية منها الى شتى مراكز النمو فى النبات الصغير وبعد نفاد الزاد المختزن تذبل القمة وتنفصل عن الغلاف البزرى . أما فى الأراضى المفككة الخوارة فان الغلاف يخرج فوق سطح الأرض قبل أن ينفد الاندوسپرم ثم يبقى فوق طرف القمة مدة قليلة واذا كانت التربة أكثر رطوبة وأشد صلابة فى طبيعتها بقى الغلاف البزرى تحت الأرض بتة .



(شكل ٦)

(١) قطاع من بزرة بصل ، (٢) انبات البزرة ، (٣) بادرة حديثة ، (٤ و ٥) مثل (٣) إلا أنهما أكبر بأيام قليلة ، يرى فى (٣) وفى (٥) جذر ثانوى .

حـ = الجذير والجذر الابتدائى ؛ ف = فلقة ؛ ش = شق فى الفلقة تخرج منه أول ورقة خوصية للبادرة ؛ أ = اندوسپرم البزرة ؛ ض = أرض

أما جزء الجنين المنحنى الذى يظهر فوق الأرض فهو ورقة وهذه الورقة هى فلقة الجنين . وهى فى حقيقتها ورقة رقيقة مجوّفة مثل أوراق نبات البصل التام النمو تكون الريشة فى باطنها وهذه الريشة تتكوّن من سلسلة أوراق مجوّفة مخروطية الشكل داخلة بعضها فى باطن بعض . وعند نقطة اتصال الجذر بالفلقة تماما توجد قطعة غليظة تدل على المكان الذى به الريشة وفوق هذا بمسافة قصيرة يوجد شق ضيق جدّا (ش) تخرج منه أول ورقة خضراء للريشة (ش ٤ ٥ . شكل ٦) . وبعد خروج الورقة الأولى تتلوها الأوراق الأخرى بسرعة وتظهر الأوراق الصغيرة بترتيب منتظم مخترقة شقوقا صغيرة فى جوانب الأوراق التى سبقتها مباشرة فى الظهور .

تج ١١ : إنقع فى الماء بزورا حديثة من بزور البصل بضع ساعات ثم اقطع بعضها بموسى قطعا موازيا لجوانبها المستوية لكى تظهر الجنين الذى بداخلها (كما فى رقم ١ . شكل ٦) .

استنبت بزورا أخرى على ورقة نشاف رطبة ودعها تنبت واترك بادرتها تنمو وقيد عن هذه البزور ملاحظات فى أدوار النمو المختلفة . راقب انبات البزور المزروعة فى صناديق أو اصص بها شىء من تربة البساتين المعتادة .

١٣ أ — تعرف النباتات التى يشمل جنينها على فلقة واحدة "بذوات الفلقة المفردة" (Monocotyledons) وهذه تكوّن الرتبة الثانية الكبرى من النباتات البزرية وقليل من المتداول بيننا من نباتات هذه الرتبة ماله بزور حقيقية من الكبر بحيث يمكن فحصها ولكن ربما كان البصل من أحسن الأمثلة الشائعة الحدوث التى يمكن عدّها مثالا حقيقيا لذوات الفلقة المفردة كما أنه من السهل الحصول عليه . وجميع النجيليات (Grasses) تابعة لهذه الرتبة ولكن بزورها وأجنتها تختلف من وجوه عدّة عن بزور البصل وأجنتها اختلافا كبيرا ولذلك يحسن بنا أن نفحص واحدة منها بالتفصيل .

الحنطة — حبة القمح الذى يمكن اتخاذها مثالا ليست بزرة وانما هى صنف من الجوزة (Nut) بها بزرة مفردة فى باطنها وتنمو هذه البزرة حتى تملأ الجوزة تماما وتصبح متصلة بجدارها الداخلى . ولا يشغل الجنين إلا جزءا صغيرا من الحبة أما الباقى فيشغله اندوسپرم البزرة النشوى (رقم ٢ . شكل ٧) . وتسهل رؤية الجنين عند قاعدة الحبة المنقوعة على الجانب المقابل للقناة وعند ما يستأصل يكون منظره كما فى رقم ١ . شكل (٧) . أما جزؤه الذى بالقرب من الاندوسپرم فهو مستوى وشحم نوعا وشكله كشكل الترس ويسمى "القصعة" (Scutellum) ويتصل بالجزء الامامى من القصعة (ق) شئ هو الريشة وهى تشتمل على برعم مكوّن من ساق قصيرة جدا تعلوها أوراق غمدية الشكل يضوى بعضها بعضا ويشتمل الجنين عادة على ثلاثة جذور ويشاهد الجذر المتوسط منها عند ط رقم ١ . شكل (٧) وهو الجذر الابتدائى . يحيط بها جميعها غلاف أو غمد متصل بالقصعة ولذلك لا ترى تلك الجذور من الخارج ومع ذلك فموضعها معلم بثلاثة نتوءات بارزة ويعرف الغمد (Sheath) المحيط بالجذور بغمد الجذير (Coleorhiza) وعند ما يبتدئ الانبات يتمدد غمد الجذير ويمزق أغلفة الحبة وفى نفس ذلك الوقت تقريبا تخرج الجذور مخترقة غمدها . واذا زرعت حبة الحنطة فى الأرض بقيت فى الموضع الذى تزرع فيه إلا أن الريشة تنمو ضاربة الى أعلى وتظهر فوق الأرض على ورقة مفردة أنبوبية الشكل باهتة اللون ومن شق فى قمة هذه الورقة يبدو على عجل أول "نصل" (Blade) أخضر مستوى (خ . شكل ٨) ثم تتبعه أوراق خضراء منفردة متوالية الظهور وتنمو الأوراق الصغرى من داخل الأوراق الكبرى بترتيب منتظم .

تج ١٢ : انقع بعض حبوب من حبوب الحنطة فى الماء حتى تنتفخ ثم لاحظ النقط الآتية : القناة (Farrow) الممتدة على ظهر الحبة — القمة الزغبية والجانب المقابل للقناة . أبقها رطبة مدة يوم واحد . أما الجنين وهو يشاهد بسهولة من خلال الغلاف نصف الشفاف فانه يمكن استئصاله بأن

(شـــكل ٧)

(١) رسم لحبة القمح يرى موضع الجنين وشكله . (٢) قطاع طولى فى حبة القمح (٣) حبة قمح فى حالة انبات . ق = قصعة ؛ ر = ريشـــة الجنين ؛ ح١ الجذر الابتدائى ؛ ح٢ = الجذر الثانوى ؛ غ = الغلاف الجذرى ؛ ا = أندوسپرم .

(شكل ٨)

(١) بادرة نبات قمح .

(٢) بادرة عمرها بضعة أيام .

ر = أول ورقة غمدية من الريشة ؛ ش = شق عند طرف ر تخرج منه خ = أول ورقة خضراء

يشق حول فلقته المستديرة بابرة . افحص بناءه ثم قارنه بشكل (٦٠) . اقطع الحبة بسكين حادة أو بموسى من خلاف أى من الخلف الى الامام بحيث تقسم الحبة قسمين طوليين ثم لاحظ الاندوسپرم النشوى وكذلك شكل الجنين المنقسم وأجزاءه . ضع صحيفة مطوية من ورق النشاف الرطب على لوح مستوى ثم ضع بعض حبوب من الحنطة المنقوعة عليه وغطه بكوبة تجد أن الحبوب تنبت ثم لاحظ تقدمها فى النمو الى الوقت الذى تظهر فيه أول ورقة خضراء وخذ الجنين واختبره فى أدوار نموه المختلفة .

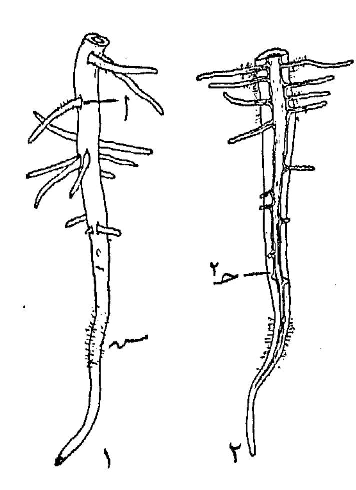
اختلفت الآراء فى أى جزء من أجزاء الجنين يمكن اعتباره الفلقة فقال بعض الثقاة ان القصعة هى الفلقة وقال بعضهم انها هى أول أوراق غمدية تظهر فوق الأرض ولا يكون لها نصل أخضر (ر . شكل ٨) . وقال آخرون ان أول ورقة غمدية انما هى استطالة للقصعة فمجموعها حينئذ هو الفلقة ولكن مهما يكن من الأمر فليس للحنطة إلا فلقة واحدة وعلى ذلك فهى تابعة للنباتات ذات الفلقة المفردة .

١٤ — وفى خلال نمو الجنين من حبة الحنطة يلاحظ أن الاندوسپرم يصير ألين قواما وأنقص مقدارا كلما نمت الجذور والريشة وتمددت والاوندسپرم هذا هو الغذاء الذى يتوقف عليه حياة النبات الصغير فى خلال أدوار حياته الأولى . أما القصعة فهى كيان وظيفته تغيير هذا الغذاء المختزن وامتصاصه ونقله الى الأجزاء الآخذة فى النمو .

تج ١٣ : لاحظ لين الاندوسپرم فى حبوب حنطة منبتة وكذلك نقص هذه المادة بعد نمو البادرات . استأصل الأجنة من حبوب منقوعة نقعا جيدا ثم ضعها بلاإندوسپرم على ورقة نشاف رطبة . واترك بعض حبوب سليمة من الحبوب المعتادة لتنمو معها تجد أن كلا من الأجنة التى فى الحبوب والأجنة المنزرعة منها يمو غير أن هناك فرقا عظيما فى النتيجة التى تشاهد بعد بضعة أيام .

١٥ — إن مخزون الغذاء الذى يتوقف عليه الانبات كاف لتمكين النبات من تكوين جذور وساق وبضع أوراق كما يشاهد عند ماتترك البزور لتنبت على خرقة رطبة أو على قطعة مثلها من ورق النشاف الذى لا يمكن أن تمتص الحبوب منه شيأ سوى الماء . هذا النمو الأول لايحتاج الى مواد غذائية ولا الى الأسمدة بل تنبت البزور وتنمو البادرات مدة طويلة فى الأراضى الضعيفة أو الرملية كما تنمو فى الأرض الجيدة الخصبة وبمجرد نفاد الغذاء المختزن تظهر عليها علائم الجوع . فاذا لم تزود النباتات بالمواد الغذائية التى توافقها من التربة والهواء وتوضع أيضا فى ظروف مناسبة لنموها كانت عرضة للضعف والمرض .

ومن البزور الكبيرة كالفول والبازلاء حيث يوجد مقدار كبير من المادة الغذائية المختزنة .ا تبتدئ بادراته فى تكوين الغذاء لنفسها من المواد الممتصة من التربة والهواء وذلك قبل نفاد الغذاء المختزن بمدة طويلة . أما فى البزور الصغيرة فان الغذاء المختزن يستهلك تقريبا قبل نمو السوق والأوراق نموا كافيا لقيامها بعملها قياما تاما . وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يحدث من موت تلك البزور جوعا أو لما يقف أو يعوق ذلك النمو ولاسيما اذا زرعت البزور على عمق بعيد جدا لأن الأمر يحتاج والحالة هذه الى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق والصعود بها فى الهواء .



(شــــكل ٩)

(١) جذر الفولة الابتدائى ، يرى الجذور الثانوية الجانبية ؛ ش = ح شعور جذرية .

(٢) قطاع طولى لجذر ابتدائى ، يرى الأصل الارفى للجذور الجانبية .



(شــــكل ١٠)

نبات شعير صغير يبين الجذور العرضية (جع) خارجة من أول عقدة أو كعب من الساق .

الفصـــــل الثالث

الجــــــذر

١ — لوحظ فى البادرات التى سبق ذكرها فى الفصل الثانى أن كلا منها مكوّن من أجزاء متميزة بعضها عن بعض هى الجذر والساق والأوراق . وأن هــذه الأجزاء توجد عادة فى جميع النباتات الزهرية الشائعة . بقى علينا أن نفحص كلا منها على حدته فحصا مفصلا .

٢ — الجذور الابتدائية والثانوية — قد لوحظ عنـد البحث فى بادرة الفول أن طرفيها ينموان دائما فى اتجاهين متضادين ؛ يمكن اعتبار البادرة محورا ممتدا يحمل أحد طرفيه الأوراق ويظهر فوق الأرض دائما أما الطرف الآخر فلا يحمـل أوراقا مطلقا ويضرب فى الأرض عموديا دائمـا ويعرف الجزء الضارب الى أسفل "بالجذر" ولكن لا تسير كل الجذور بهـذه الكيفية كما سيبين لك أن كثيرا من أجزاء النبات الأرضية ليست بجذور . أما ماشذ عن ذلك فسيذكر فى الفصول الآتية .

أما الجذر الابتدائى الذى يشتمل عليه نبات الفول فهو محض استطالة لجذير الجنين الذى يوجد فى البزرة نفسها ، وبمجرد خروجه من البزرة يتجه الى أسفل ثم يستطيل بمـا يحدث فيه من النمو بالقرب من طرفه .

تج ١٤ : استنبت بزرة فول عريضة على خرقة رطبة ، واذا قرب طول الجذر الابتدائى من سنتيمترين فضع عليه نقطا صغيرة بعد كل واحدة عن الأخرى ملليمتر بواسطة قلم أو فرشاة دقيقة تغمس فى مداد هندى ثم لف البزرة فى قطعة قطن مندوف رطب واترك الجذر المعلم حرا فى سـيره ثم ضعها فى قاع قمع من الزجاج ذى أنبوبة ضيقة بحيث يبرز الجذر المعلم الى أسفل القمع ، ثم غط القمع بقطعة من الزجاج أو من الورق المقوى حتى يمتنع التبخر ثم استخرجها بعد تركها لتنمو فى مكان مظلم يومين أو ثلاثة ولاحظ موضع النقط على الجذر المستطيل ثم قس المسافات التى بين هذه النقط وتبين أى جزء من الجذر نمـا أكثر من سواه .

وبعد أن يطول خمسة سنتيمترات أو سبعة تجد أنه قد نشأت عليه فروع تشبه الجذر الابتدائى نفسه ، غير أنها تكون أدق منه (شكل ٩) وهذه تمو متباعدة عن الجذر الابتدائى بحيث تعمل معه زوايا قائمة بدلا من أن تكون عمودية الى أسفل مثله وتمتد هذه الفروع الجانبية (Lateral Branches) على تلك الطريقة وذلك بنموها عند أطرافها وتسمى "بالجذور الثانوية" (Secondary Roots) ثم تكوّن هذه جذورا ثالثية (Tertiary Roots) تخرج منحرفة عن الجذور الثانوية وقد يستمر ذلك التفرع بهذه الطريقة حتى تتألف مجموعة عظيمة جدا من الجذور تسمى "المجموع الجذرى للنبات" (Root System).

واذا دققنا فحص جذر بادرة تامة النمو من بوادر الفول نرى الجذور الثانوية مرتبة فى خمسة صفوف على امتداد الجذر الابتدائى وليست عديمة النظام كما يرى ذلك لأول وهلة ومع هذا فبعد بعضها عن بعض فى الصفوف ليس متساويا . وأول ما يظهر منها يكون قريبا من الفلقتين ثم يتبعها غيرها على التعاقب وهذه تمو عند نقط أقرب الى القمة من غيرها ومن ثم كان أصغرها سنا أقربها الى قمة الجذر الابتدائى وأكبرها دائما أبعدها وعلى ذلك يمكن تعيين العمر النسبى للجذور الجانبية المختلفة بفحص موضعها من الجذر الابتدائى ويعرف هذا النوع من التعاقب الذى يكون فيه أصغر الأجزاء أقربها الى قمة المحور الذى يمو عليه ويكون أكبرها أبعدها منه ، بالتعاقب القمى (Acropetal Succession) .

٣ — ومن النقط التى تجب ملاحظتها أن الجذور الجانبية لا تنشأ من سطح الجذر الابتدائى بل تأتى من داخله وتعرف "بالجوفية الأصل" (Endogenous) أما الشقوق التى تحدثها هذه الجذور فى جسم الجذر الابتدائى وتخرج منها

فيمكن رؤيتها بسهولة فى بادرة من الفول (رقم ١ . شكل ١٩) واذا فحصت قطعة طولية من الجذر كما فى (٢) تبين لك أن الجذور الجانبية الثانوية مرتبطة بلبه المركزى الذى هو أشدّ صلابة من سواه .

أما الثلاثة السفلى فهى وان كانت قد أخذت فى النمو فانها لا تكون قد اخترقت طبقة الجذر الخارجية وعلى ذلك لا يمكن رؤيتها على ظاهر هذه الطبقة .

وهذه الصورة الاشتقاقية هى على وجه الاجمال من خصائص الجذور الجانبية حيثما وجدت .

تج ١٥ : ضع بعضا من بزور الفول العريضة على خرقة مبللة ودعها تنبت وتمو كما فى التجربة الثالثة وراقب نشوء الجذور الثانوية ولاحظ موضعها وصفوفها الطولية على الجذر الابتدائى . اقتطع شريحة من الجذر عليها جذور ثانوية وانظر أصلها الجوفى . اقتلع من الأرض بجزرة نامية نصف نمو ثم لفتة وجزرة ثم اغسل الطين عنها ولاحظ ترتيب الجذور الثانوية على الجذر الابتدائى . شق جزرة بسكين شقا مستطيلا عميقا من قشرتها الى مركزها ثم اسلخ القشرة وافحص المركز الذى تنشأ منه الجذور الثانوية وانظر كم صف هناك منها ؟

٤ — ان كثيرا من ذوات الفلقتين له جذور مشابهة لجذور نبات الفول . فاذا استمرّ الجذر الابتدائى فى النمو كما فى هذه الحالة مع بقائه أكبر من الجذور الجانبية فانه يسمى "بالجذر الوتدى" (Tap root) وأحسن الأمثلة على ذلك فى النباتات المزروعة جذر الجزر والبنجر والخردل والبرسيم والخشخاش وغيرها من أعشاب عدّة وكذلك جذر معظم الأشجار ذات الأوراق العريضة .

ومن النباتات عديد له جذور منتفخة شحمة فيها تخزن المواد الغذائية لاستعمالها فى المستقبل وتسمى هذه "بالجذور الدرنية" (Tuberous) وهذه غير الدرنات إذ الدرنات هى سوق أرضية شحمة .

ولتمييز الأشكال المختلفة من الجذور الغليظة استعملت نعوت شتى خاصة بكل منها فالجذر النموذجى من الجذر هو مخروطى الشكل (Conical) وجذر اللفت يسمى "الجذر اللفتى الشكل" (Napiform) ويقال لجذر الفجل "مغزلى الشكل" (Fusiform) وفى بعض الأحوال تجارى الفروع فى الحجم الجذر الابتدائى الذى نشأت منه بل ربما توقف هذا الجذر عن النمو . واذا اقتلعت النباتات التى جذورها من هذا القبيل تكون كرزمة من الجذور النامية أظهر ما فيها أنها واحدة فى القطر والطول تقريبا ويعبر عن هذه الجذور "بالجذور الليفية" (Fibrous) وأحسن مثال لها جذور النجيليات .

٥ — الجذور العرضية — تختلف جذور ذوات الفلقة المفردة من النباتات فى تكوّنها عن ذوات الفلقتين وذلك أن الجذر المفرد الابتدائى من البصل مثلا لا يمكث إلا زمنا قصيرا ثم يتبعه آخر من الجذور التى لا تنشأ من الجذر الابتدائى بل تنشأ من ساق النبات الشديدة القصر وتسمى الجذور التى تخرج من السوق والأوراق أومن الأجزاء المختلفة من جذور النباتات دون أن يكون تعاقبها قميا "بالجذور العرضية" (Adventitious Roots.) وهى شائعة فى ذوات الفلقة المفردة من نباتات الحقول والبساتين ويمكن اعتبارها أهم الجذور التى تشتمل عليها تلك النباتات . ففى الحنطة مثلا يشتمل جنين الحبة على ثلاثة جذور . أما فى الشعير فيشتمل على خمسة أو ستة على أن هذه مؤقتة فائدتها مقصورة على أدوار النمو الأولى واذا ما أظهر نبات الحنطة أو الشعير بعض أوراق فوق الأرض تجد أن جذور الجنين الابتدائى قد خلفتها جذور عرضية تنبت من عقد الساق السفلى بالقرب من سطح الأرض (شكل ١٠) والجذور العرضية ان كانت غير مقصورة على ذوات الفلقة المفردة من النباتات وان كانت شائعة فيها فان هنالك فى كثير من أنواع النباتات ذوات الفلقتين

أمثلة عديدة ومن أحسنها ما نجده على (Underground stem) السوق الأرضية من النعنع والبطاطس وكذلك على مدّاد (Runner) الشليك وعلى سوق كثيرة غيره من النباتات وتبدو هذه الجذور فى العادة عند العقد التى تنمو منها الأوراق على الساق وربما نشأت فى بعض النباتات (فى مداد الشليك مثلا) عن عوامل داخلية لا دخل فيها للمؤثرات الخارجية ويتوقف نموها فى بعضها على ملامسة الساق للماء أو للتربة الرطبة . وقد يمكن جعل جميع أجزاء بعض النباتات قادرة على انتاج تلك الجذور ومن النباتات كثير مثل الكرم والبلارجونيوم يتوقف توليده على عقل وقطع منها . واذا وضعت قطع الساق التى تقطع من أسفل الورقة مباشرة فى أرض رطبة فانها تنتج جذورا عرضية بسرعة بالقرب من الطرف المقطوع . ويستفاد من تكوّن هذه الجذور فى تكثير النباتات بواسطة الترقيد .

تج ١٦ : افحص جذور مداد الشليك وكذلك جذور الفراخ الصغيرة للكدراجلكس والتى تكون على السوق الأرضية من البطاطس والنعنع وعلى ما يكون قريب الأرض من سوق الحنطة والشعير والذرة .

لاحظ موضع هذه الجذور وعددها وامتدادها وافحص جذورا تكون على أى عقل يمكن الحصول عليها ولاحظ أيضا ما اذا كانت هذه الجذور تنشأ على السطح المقطوع أو عند نقطة بعيدة عنه بمسافة ما .

والجذور العرضية تكون فى العادة رفيعة ليفية ولكن جذور البطاطا الحلوة جذور درنية .

٦ — وتختلف المجاميع الجذرية فى امتدادها اختلافا عظيما ولكن مجموع الطول فى جميع الأحوال أعظم بكثير مما يقدّر فقد قيس فى العادة طول المجموع الجذرى فى نبات الحنطة الذى عمره سنة واحدة فوجد أن مجموع طول الجذور يبلغ ٥٠٠ الى ٦٠٠ متر . وقد اقتلعت الريح شجرة فظهر أن بها من الجذور

الغليظة ما يشابه أفرع التاج الغليظة وأنه من هــذه تتفرع جذور أكثر منها عددا نسيجها أدق من نسيج تلك ومع هــذا فان العدد الأعظم ممـا تشتمل عليه الشجرة من الجذور يبقى فى الأرض بشكل جذيرات دقيقة جدا تمتدّ الى الخارج بمقدار امتداد الفروع والأوراق على الشجرة أو أكثر من ذلك بقليل ولكن فى بعض الأحيان تمتدّ بمقدار أكثر من ذلك بكثير . وليست الجذور مقصورة على النموّ أفقية قريبة من سطح التربة وانما تمتدّ كذلك الى أسفل وقد وُجد فى أحوال فريدة أنه حيث يحصل من الهواء على مقــدار كاف بواسطة الشقوق والفجوات تضرب الجذور فى الأرض أمتارا عدة ولكن أطول الأشجار فى الجملة قلما تضرب جذورها فى الأرض الى عمق أكثر من مترين ونصف واعلم أن قلة الهواء ووجود المواد الفاســدة المضرّة فى الطبقــات السفلى من الأرض يعوق تقدّم النموّ فى ذلك الاتجاه .

وفى كثير من النباتات نجد أن كل سنتيمتر مكعب من التربة التى تظلها هذه النباتات تشــتمل على جذيرات دقيقة رقيقة وأن امتداد التفرع فى جذورها لا يمكن ادراكه إلا نادرا وذلك لأن جذيراتهـا الرقيقة تتقطع بسهولة حينما يقلع النبات أو تعبث به الأيدى ولكثير من أشجار الغابات عادة طبيعية هى ارسال جذورها فى الأرض على مسافة أقدام عدّة ومن أشجار الفاكهة التى من هذا القبيل والتى تحتاج الى تربة عميقة لكى تنمو نموّا حسنا شجرة المشمش وبعض الأشجار تحفظ مجموعها الجذرى بالقرب من سطح الأرض ثم تنتشر أفقية فيها كالتين .

أما السفرجل الذى يستعمل كأصل يطعم عليه الكمثرى فله جذور تبقى فى الطبقات العليا من الأرض وعادة وجود الجذور قريبة من سطح الأرض بينة واضحة فى التفاح البلدى وهو الذى يطعم عليه التفاح الآخر .

ويضرب المجموع الجذرى من نبات الحنطة فى الأرض الى عمق أكثر من المجموع الجذرى من الشعير وترسل جذور البنجر الطويلة جذيراتها الدقيقة فى طبقات الأرض الى عمق أبعد من جذيرات الكرنب واللفت ويضرب البرسيم الحجازى جذوره فى الأرض الى عمق أبعد من جذور البرسيم البلدى . هذا ولجميع النباتات تقريبا عادات خاصة متميزة بعضها عن بعض من هذه الوجهة .

٧ ـــ إن صفة نموّ الجــذور وامتدادها لا يتوقفان بتة على نوع النبات ولكنهما تتأثران تأثرا كبيرا بالظروف الخارجية والعوامل المحيطة بها كتركيب نوع الأرض ومقدار مابها من المــاء . واعلم أن الأراضى العميقة المفككة والأراضى الرملية الرخوة يكون المجموع الجذرى فيها أكبر منه فى نبات مماثل له نام فى أرض صلبة ثقيلة . أما فى الأراضى التى ليست متشبعة بالمــاء فان ازدياد الرطوبة فيها لدرجة ما يزيد تفرّع الجذر . ومن أحسن الأمثلة على تأثير المــاء تعززه كمية عظيمة من الهواء مايرى فى النباتات التى يحسن تعهدها بزراعتها فى الأصص (القصريات) وكذلك ما يشاهد فى النباتات المزروعة بالقرب من السواقى .

ويتنوّع المجموع الجذرى تنوّعا عظيما أيضا تبعا لمقدار الأسمــدة أو المواد الغذائية الموجودة فى التربة ونوعها فان نموّ الجذر يزداد بزيادة المواد الغذائية لدرجة محدودة لأن الزيادة تعوق النموّ . ويؤثر جدع الجذور فى نموّ المجموع الجذرى فاذا قطع الجذر الأصــلى لكرنبة أو شجرة عند منطقة نموّه امتنعت استطالته بعد ذلك غير أنّ الجذور الثانوية تعوّض عما فقد بأن تنمو نموّا شديدا ويغلب إذ ذاك ظهور جذور عرضية كثيرة بالقرب من الطرف المقطوع .

ولكى تزرع جميع النباتات زراعة حســنة يقتضى دراســة عادة التفرع فى جذورها وطريقتها ومعرفة النسب بين الجذر الأصلى الغليظ والجذور الثانوية

وبين الفروع الدقيقة التى تنشأ منها والتى تنتشر فى الأرض فى جميع الجهات .

هذا وجدير بالملاحظة معرفة النسبة بين المجموع الجذرى الذى تحت الأرض وبين الأغصان والأوراق التى فوقها .

أما ملاءمة النباتات لشتى أنواع الأراضى ومسألة احتياجها للماء ، والفلاحة التى تجب لها وتسميد النبات تسميدا مضبوطا فيعرف معرفة جيدة ، ويقدّر تقديرا حقيقيا بالعناية فى دراسة هذه النقط . والزروع ذات الجذور الأصلية مثل البنجر الطويل والجزر تحتاج أن تخدم تربتها خدمة جيدة الى عمق عظيم من الأرض .

أما النباتات ذات الجذور التى تكون فى الطبقة السطحية من الأرض مثل الشعير فيمكن زرعها فى تربة أرق من تلك ويصدق هذا على الكمثرى المطعمة على السفرجل والتفاح المطعم على النوع البلدى منه . ومثل هذه النباتات اذا سمد سطح تربتها بسماد قابل للذوبان كانت أسرع من النباتات ذات المجموع الجذرى الضارب فى الأرض الى عمق بعيد فى استفادتها منه وفى تملكها الحياة .

تج ١٧ : يجب على الطالب أن يحتفر جذور بعض عينات من النباتات الحقلية المهمة و يفحصها ولاسيما من وجهة شكلها العام وعليه أن يتأمل امتداد جذور الأعشاب الشائعة فى الغيطان وفى المراعى .

إبدأ بفحص البوادر الصغيرة التى يسهل الحصول عليها سليمة كاملة وانظر هل يوجد لها جذر أصلى أم لا ؟ وافحص التفرع فى جذوره والعمق الذى تصل اليه فى الأرض ثم امتدادها الأفقى .

٨ — الشعيرات الجذرية — يشاهد فوق جذر بادرة الفول التى تنبت على خرقة رطبة أو على قطعة من ورق النشاف حزام من الشعيرات الدقيقة

بيضاء اللون حريرية وهذه تسمى "بالشعيرات الجذرية". ولا توجد عند نهاية الجذر مطلقا بل تنشأ على مسافة ماخلف منطقة النمو . وكلما طال الجذر ماتت الشعيرات الجذرية التى فوق الأجزاء الكبيرة وانقلبت سمراء اللون ونمت شعيرات أخرى فوق الأجزاء التى تليها فى السن وعلى ذلك فالجذر يكون جميعه مغطى بهذه الشعيرات الرقيقة الشفافة وراء طرفه بمسافة صغيرة مهما يكن من طوله وحجمه .

واذا ظهرت الجذور الثانوية نشأت عليها الشعيرات الجذرية على الطريقة السابقة واتبعت فى نموها عين النظام الذى سارت عليه شعيرات الجذر الابتدائى ويتوقف حجم الشعيرات ووفرتها على نوع النبات وعلى مقدار الرطوبة المحيطة بالجذر . فالنباتات النامية فى الأماكن الشديدة الرطوبة أو المغمورة بالماء لايكون بها من الشعيرات الجذرية إلا القليل وقد لاتكون فيها شعيرات جذرية مطلقا . ويعاق نمو هذه الشعيرات فى الأراضى الشديدة الجفاف وأكثر ما تكون هذه الشعيرات الجذرية فى الأراضى المعتدلة فى رطوبتها .

وقد وجد أن إمداد الأرض بكمية وافرة من الجير يزيد عدد الشعيرات الجذرية وطولها فى كثير من النباتات . والشعيرات الجذرية كيانات جوفاء البناء شبيهة بالأنابيب وهى غير الجذيرات الصغيرة الدقيقة بل هى استطالات من سطح الجذر (شكل ٦٢ ، ٦٨) ومهمتها امتصاص الماء من الأرض وما زاد فيه من المواد المختلفة . والشعيرات الجذرية فى النباتات النامية فى الأرض متصلة بجزئيات التربة اتصالا كليا وهى من رقة الجسم بحيث يكاد يكون من المحال انتزاع نبات من الأرض بدون اتلافها .

تج ١٨ : استنبت بزورا من الفول والخردل وحبوب الشعير والحنطة فى خرقة رطبة ثم افحص الشعيرات الجذرية النامية على الجذور الابتدائية ولاحظ دقتها ثم موضعها وطولها وكثرتها .

تعتبر هذه الشعيرات الجذرية من أهم الأعضاء التى تشتمل عليها النباتات وان كانت من الصغر بحيث لا تكاد ترى إذ أن جميع المواد الغذائية التى يحصل عليها النبات من الأرض وكذا الأسمدة فيها انما تمتص بواسطة الشعيرات الجذرية وبها يتزوّد النبات دائما بما يحتاج اليه من الماء ، ولذلك يترتب على تلفها عند شتل النبات أو عند حدوث أى عارض يعوق نموّه وعمله كشدّة جفاف التربة أو سوء تهويتها نقص فى مقدار ما يستمده النبات من الماء يعقبه ذبول واضح .

الفصل الرابع

الفرخ الخضرى (Vegetative Shoot)

السوق والأوراق والبراعم

١ — قد لوحظ فيما سبق أن بادرة نبات الفول تشتمل على جزء ضارب فى الأرض هو الجذر وعلى جزء صاعد فوقها وهذا يعرف بالفرخ الأصلى وهو يشتمل على محور يسمى "الساق" وفوق تلك الساق متسق من زوائد (Appendages) جانبية تسمى "الأوراق". أما النقط التى فوق الساق والتى تتصل بها الأوراق فهى غليظة نوعا وتسمى "العقد" (Nodes) ومسافات الساق التى بين كل عقدة وأخرى تسمى "السُّلاميّات" (Internodes) واعلم أن نشوء الأزهار لا يكون إلا فوق الفرخ كما أن من مميزات النباتات البزرية أن يكون تولد البزور فوق الفراخ دون الجذور وسنضرب عن الكلام فى الأزهار فى هذا المبحث صفحا ونوجه العناية الى الفرخ الخضرى أو الساق الحاملة أوراقها المعتادة الخضراء من حيث أصله وطبيعته .

(شــــكل ١١)

(١) السويق الجنينية العليا من بادرة فول مع الريشة .

(٢) قطاع طولى منها ؛ سع = سويق جنينية عليا ؛ ر = نقطة النمو الطرفية من الريشة ؛ و ١ = ورقة فى محورها برعم ب١ ، ب براعم فى اباط الأوراق الداخلية من الريشة .

(٣) سويق جنينية عليا فيها الريشة فى حالة تفتح .

(٤) عهد متأخر من نمو السويق الجنينية العليا يبين الاتصال ببزرة الفول ؛ سع ؛ و ١ = أول ورقة (أولية) فى محورها ب١ برعم ، و ث ورقة ثانية (أولية) ؛ ح ، ى = أوراق خوصية عادية ؛ ب = براعم فى اباط الفلقتين على وشك التكشف عن سوق ربما تخرج فوق الأرض .

٢ — يكون الفرخ الأصلى قصيرا جدا فى الأدوار الأولى من نشوء نبات الفول وهو إذ ذاك يحمل الفلقتين أو الأوراق الابتدائية (Primary Leaves). أما طرف الفرخ الأصلى فينتهى فى الريشة والريشة برعم لايمكن رؤية أجزائه بالعين المجردة ولكنه لايكاد يظهر فوق الأرض حتى نجد أن البرعم مكوّن من ساق قصيرة مستورة بعدد من الأوراق الملفوفة ومنظره الخارجى فى هذا الدور مرسوم فى (رقم ٢ . شكل ١١) ورسم قطاع طولى منه موجود كذلك فى (رقم ٢ . شكل ١١) واذا تقدّم النموّ استطالت هذه الساق القصيرة التى بداخل البرعم وانفصلت الأوراق التى تراكمت عليها فى أول الأمر بعضها عن بعض . واذا علّم على الساق بعلامات كالعلامات التى سبق وصفها فى تج (١٤) الخاصة بالجذر تبين أن الزيادة فى الطول تحدث عند قمة الفرخ وبعد أن يبلغ الفرخ مقدارا معينا من الطول تقف السلاميات السفلى عن الاستطالة . أما السلاميات العليا التى هى أصغر سنا وأقصر طولا من السابقة فتستطيل ثم تقف على نحو ماتقدّمها ثم تتبعها سلاميات أصغر من سابقتها سنا وأقرب منها الى القمة . وقد يصل طول الساق بذلك الى نصف متر أو متر قبل أن ينقضى فصل النموّ بل ربما وصل الى أكثر من ذلك . أما القمة النهائية أو نقطة النموّ (Growing point) كما يطلق عليها فانها تبقى صغيرة السن طول الوقت وتكون بمثابة مصنع لتنمية الساق وتوليد الأوراق وهذه النقطة الرخصة الرقيقة تحميها الأوراق الصغيرة الملفوفة الناشئة على شكل زوائد من السطح الخارجى . هذا وأصغر الأوراق سنا أقربها من قمة الساق التى تحملها . أما الأوراق الكبيرة فانها تبعد عنها بانتظام أى أنها تنشأ على التعاقب القمى ولا توجد أوراق عرضية مطلقا .

تج ١٩ : (١) استنبت بزور فول فى أصص أو صناديق مشتملة على مخلوط من الرمل الرطب وتربة البساتين .

اقطع قطاعات طولية ثم افحص بنـاء الساق والبرعم الطرفى من البادرة بمجرد ظهورها على سطح الأرض .

(٢) لاحظ نمو الساق حتى وقت تفتح الأوراق الخضراء وانتشارها وانظر الحالة الأصـلية فى الاوراق التى تبدو أولا .

(٣) ارسم علامات صغيرة على الساق بالحبر الهنـدى بحيث تكون المسافة بين كل واحدة وأخرى نصف سنتيمتر ثم لاحظ أى جزء يطول أكثر من سواه .

(٤) اعمل ملاحظات مثل تلك عن بادرتى الخردل والبازلاء .

٣ — بينما نرى بعض النباتات الحولية كالخردل و بعض النباتات المعمرة تشبه الفول نجد أن كثيرا من النباتات تخالفها بعض المخـالفة فى نمو الريشـة وتقدمها فبدلا من أن تنمو الريشة فى الحال وتصير فرخا طويلا محملا بالأوراق المتباعدة بعضها عن بعض بمسافات صغيرة يطول المحور الأصلى الذى بداخل الريشـة قليلا وتبقى السلاميات قصيرة جدا والأوراق التى تظهر فوقه تبدو متراكمة على شكل وردة فوق موضع الفلقتين بقليل وشكل هـذه الساق مع ما فيهـا من السلاميات القصيرة المتكمشة يكون واضحا جدا فى أول فصل من نمو البنجر واللفت والجزر .

وفى مثل هذه النباتات يغلظ الجذر الأصلى والسويق الجنينية السفلى كثيرا بمـا يوزع فيها من الغذاء المختزن الذى تجهزه الأوراق ولا تستطيل نقطة النمو من الساق (تلك النقطة التى تكون مستترة فى مركز تلك الأوراق التى تشبه الوردة لتراكمها) إلا فى خلال السنة الثانية التى تكون فيها فرخا له سلاميات طويلة ، وهذا الفرخ يحمل متسقا من أوراق كثيرة متباعدة بعضها عن بعض بعدا عظيما . وفى البصل وكثير من النباتات البصلية تبقى الساق الأصلية قصيرة جدا ويبقى الغذاء المختزن الذى جهزته مودعا فى قواعد الأوراق بدلا من الجذر والساق كما فى الأحوال السابقة (أنظر شكل ٢٢) .

٤ — البراعم (Buds) — تنشأ سوق النباتات الزهرية وأوراقها من البراعم بالطريقة التى سبق بيانها وعليه فيمكن تعريف البراعم بأنها فراخ جنينية أو ابتدائية بنموّها تصبح الأشجار التى تكون عارية فى الشتاء مكسوّة بالأوراق الخضراء فى فصل الربيع . أما العلاقة التى بين هذه البراعم وبين الأوراق والسوق الناتجة منها فيمكن معرفتها بسهولة بفحص تركيب برعم طرفى من شجرة بلين (Plane) صغيرة (شكل ١٦) وملاحظة نموّ هذا البرعم .

ويشاهد متسق من الأوراق الحرشفية (Scaly leaves) متراكبة خارج البرعم بعضها فوق بعض وهذه الأوراق تغطى نقطة النموّ الضعيفة من العسلوج (Twig) وتحميها . واذا شرّح برعم على طوله تبين (شكل ١٢) نظام هذه الأوراق الحرشفية ورؤيت الأوراق العادية بداخله أيضا (ل) مرتبة على ساق قصيرة جدا (س) وفى الربيع تنمو الأوراق الداخلية الحرشفية مدّة من الزمن (رقم ١ . شكل ١٣) ثم تسقط بعد ذلك تاركة وراءها "ندوبا" (Scars) صغيرة حيث كانت متصلة بالعسلوج .

وتستطيل الساق (س) التى تحمل الأوراق الخضرية الابتدائية (ل) ثم تندفع من بين الأوراق الحرشفية الواقية فى البرعم . وبعد أسبوع أو عشرة أيام تبلغ الساق من الطول مبلغا كبيرا وتصبح الأوراق التى كانت ابتدائية مكدسة ومضوية فى البرعم قد تبسطت ونمت مسطحة كما فى شكل (١٤) .

ويتبين فى البرعم عادة عدد الأوراق الخضرية التى على الفرخ النامى ولكن فى بعض النباتات ولا سيما ما كان عشبيا منها تستمر نقطة النموّ فى البرعم فى تكوين أوراق جديدة حتى يقف نموّها فى الخريف .

(شكل ١٢)

(شكل ١٣)

تج ٢٠ : اقطع كرنبة على طولها شرائح .

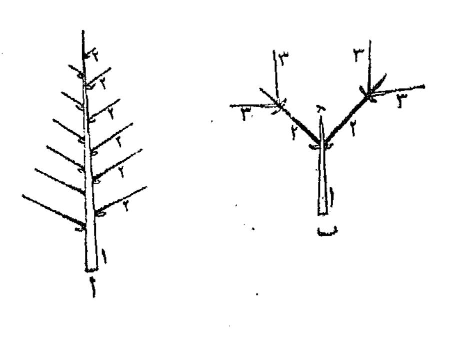
لاحظ الساق والأوراق والبراعم الابطية داخلها .

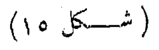
تج ٢١ : افحص بالعدسة قطاعات طولية من براعم شجرة الحور والجميز والتين والمنجو .

٥ — والفراخ الخضرية تنتهى عادة ببراعم طرفية (Terminal Buds) على أنه بفحص أى نوع من أنواع النباتات تقريبا يتبين لك أن البراعم لا توجد فى قمم السوق وحدها بل على جوانبها أيضا . وتنشأ هذه البراعم الجانبية فى العادة فى الزوايا العليا التى تتكون حيث تتصل قواعد الأوراق بالساق . وتسمى هذه الزوايا "آباط" (Axils) الأوراق ويطلق على البراعم اسم "البراعم الابطية" (Axillary Buds) وأغلب ما يكون فى ابط الورقة برعم واحد ولكن ربما وجد برعمان أو أكثر .

٦ — وفى العادة تكون أول أوراق البرعم التى هى أبعدها عن الساق أو أسفلها منها ، أجساما ابتدائية التركيب أصغر حجما مما يتفتح من أخواتها بعد ذلك ومختلفة عنها فى المظهر ويلاحظ ذلك فى البرعم الأصلى من الفول أى فى ريشته (شكل ١١) وفى كثير من أمثاله من النباتات العشبية وتكون أظهر وأوضح فى البراعم التى توجد على النباتات المعمرة كالشجيرات والأشجار ففى الأشجار تكون الأوراق البرعمية الخارجية على الجملة أكثر أو أقل ثبوتا وأكثف قواما وتسمى "حراشيف" (Scales) أو "أوراقا حرشفية" (Scale leaves) وهذه تقى باطن البرعم من أذى الصقيع والمطر وغيره من المؤثرات فى الشتاء . والبراعم التى لها حراشيف كبراعم الصنار (شكل ١٦) تسمى "براعم حرشفية" . أما ما ليس له حراشيف مثل براعم الهبسكس فتسمى "براعم عارية" (Naked Buds) .

(شـــكل ١٤)





(شـــكل ١٥)

رسم بيانى يبين : ا = النمو غير المحدود فى الساق والتفـرع الراسيمى أى العنقودى ؛ ب ، حـ = النمو المحدود أو التفرع السـيمى . (١ ، ٢ ، ٣) محاور النظام الأوّل والثـانى والثالث على التوالى .

٧ — البراعم التى تشـبه براعم الفول والصنار التى سبق وصفها أى التى تتكشف عن فراخ تحمل أوراقا خوصية خضراء (Foliage leaves) تسمى "براعم ورقية" واذا صودفت على الأشجار تسمى أحيانا "براعم خشـبية" لأن منهـا تتكون عساليج خشبية جديدة على أن كثيرا من البراعم اذا تفتح أنتج أزهارها فقط وهذه تسمى "براعم زهرية" ويوجد نوع ثالث من البراعم يكوّن فراخا قصيرة تحمل أوراقا خضراء وأزهارا وهذه تسمى "براعم مختلطة" ويعرف النوعان الأخيران من البراعم عند البستانية بالبراعم الثمرية لما أن منها يحصل على الثمرة غير ممكن فى كل الأحوال أن يميز الانسان بين البراعم الثمرية والبراعم الخشبية من هيئتهـا الخـارجية مع الحاجة لذلك فى عمليات التقليم والتطعيم بالعين وكذلك فى تدبير أمر أشجار الفواكه . غير أن البراعم الخشبية فى التفاح والكمثرى تكون صغيرة ومدببة . أما البراعم الثمرية فتكون كليلة الحدّ ممتلئة الجسم أكثر من تلك وأكبر منها حجما وهـذان النوعان من البراعم فى البرقوق يتشابه منظرهما فى الشـتاء تشابها كليا ولا يتميز أحدهما عن الآخر إلا فى الربيع حين يأخذان فى النموّ فان البراعم الثمرية تسمن ويعرض حدّها أكثر من تلك على أن موضـعها من الفرخ من أكبر ما يعين على التمييز بين نوعى هذه البراعم .

٨ — تفرع السوق — المحور أو ساق الفرخ الأصلى من النبات يكون فى أوّل عهده جسما بسيطا مستقيما وربما استمر فى النموّ كذلك ولكن جرت العادة أن تنبعث منه بعد مدّة وجيزة فروع أو محاور ثانوية (Secondary Axes) وهذه تتكون فى كل الأحوال من براعم . فى شكل (١١) المبين به البرعم الأصلى من نبات الفول نرى فى اباط الأوراق لدى (ب ، ب ا) براعم ثانوية جانبية وهذه براعم زهرية فلا تكوّن والحالة هـذه فراخا ورقية طويلة بل تحدث

فى الفول غالبا محاور ثانوية تحمل أوراقا خضراء وهذه تتكون عادة من براعم فى اباط الفلقتين كما فى ب . شكل (١١) .

فى كثير من النبات تنمو البراعم الموجودة فى آباط ورقة من أوراق الساق الأصلية وتصبح فراخا ورقية وربما بدرت فروع على هذه الفراخ ثانيا بطريقة مماثلة لما سبق فتتعدد بذلك أفراد السوق التى تحمل أوراقا فى النبات الواحد والتفرغ فى نباتات المغلات العلفية (Fodder crops) التى تطاب وفرة غلتها، عظيم جدّا وقد يلاحظ مثل ذلك فى الأشجار وفى كثير من الحشائش (Weeds) كالسنكيو والستلاريا .

٩ — يطلق على الساق الأصليـة من النبات اسم المحور الأصلى أو محور الدرجة الأولى و يطلق على الفروع النامية عليه اسم المحاورة الثانوية أو محاور الدرجة الثانية وتسمى الأفرع النامية على الأخيرة "بالمحاور الثالثية" وهلم جرا وتوخيا لسهولة الوصف يمكن أن يعتبر أى محور أصليا فتكون فروعه والحالة هذه محاور ثانوية .

١٠ — اذا استمرت ساق فى النمو من قمتها مدّة طويلة سميت غير محدودة النمو (Indefinite) وتكون الفروع التى عليهـا كثيرة العـدد عادة وأصغر من الساق الأصلية وهذا النوع من التفرع يسمى "عنقودى" (Racemose) . (أنظر ا . شكل ١٥) .

وفى كثير من النباتات يكوّن البرعم الطرفى زهرة أو مجموع أزهار ثم يقف المحور الأصلى عن الاستطالة فما كان من السوق كذلك فهو محدود (Definite) النمو فاذا نشأت عليه فروع جانبية فهى فى العادة قليلة العدد وسرعان ما تبلغ شأو الساق الأصـلى أو تفوقه فى ضلاعة و يسمى تفرع السوق محدودة النمو

"محدودا" أو "سيميا" (Cymose) ويشابه الرسم (ب. من الشكل ١٥) أحيانا على أن التفرع المحدود ينتهى أحيانا الى تكوين ما يظهر لأول نظرة أنه محور أصلى بسيط غير محدود النمو وهو فى الحقيقة مركب من سلسلة محاور قصيرة من درجات مختلفة . يرى فى حـ من شكل (١٥) محور أصلى ١ ينتهى فى بعد أن تكون نقطته النامية قد تكشفت عن زهرة أو تكون أهلكها الصقيع أو الريح أو غشيتها الحشرات أو غير ذلك من الأسباب التى تعوق استطالته ويرى تحت قمه برعم جانبى قد كوّن فرعا أو محورا ثانويا ٢ سرعان ماوقف نموّه وتكوّن فرع من الدرجة الثالثة ٣ ثم آخر ٤ قد نشأ بطريقة مشابهة لما سبق . والفرخ كله وان كان معوجا فى الأول قد يستقيم نهائيا ويبدو شبيها بمحور مفرد بسيط من الدرجة الأولى غير المحدودة النموّ واذا حدث ذلك فمثل هذه الساق تسمى "كاذبة المحور الأصلى" (Sympodium) .

وفروع كثير من الأشجار التى تبدو مستقيمة وتلوح غير محدودة النمو تكون فى حقيقة أمرها غالبا كاذبة المحور إذ يكون البرعم الطرفى الذى يوجد على كل فرخ سنوى قد تلف أو انتهى بزهرة أو يكون محورا كاذبا بسبب مايتلو ذلك من شدة نمو أعلى برعم جانبى . من أمثال السوق كاذبة المحور ما يوجد من المهاميز (Spurs) على أشجار الكمثرى والتفاح وكثير من الفراخ الأرضية فى الفصيلة النجيلية الأرضية .

تج ٢٢ : افحص نوع التفرع فى فراخ نباتات شائعة شتى كالسنكيو والستلاريا والقريص والخردل والجلبان والفول والبازلاء . لاحظ أصل الفروع فوق ملتصق الأوراق .

١١ — عساليج الأشجار فى الشتاء — ان درس فراخ الأشجار فى الشتاء وتقدّمها فى النمو بعد ذلك فى الربيع والصيف مفيد فائدة علمية . ترى على فرع الصنار المرسوم فى شكل (١٦) براعم طرفية كبيرة وبضع براعم جانبية وتحت

أمام صفحة ٣٩

(شكل ١٦)

هذه ندوب (Scars) ورقية ظاهرة بينة كما فى (رقم ٢) من الشكل ، تدل على المكان الذى كانت الأوراق متصلة فيه بالفرع فى الصيف السابق . فى سنة ١٨٩٦ لم يكن الجزء المؤشر عليه بأرقام سنة ١٨٩٧ موجودا ولكن كان العسلوج منتهيا ببرعم يشابه ذلك الذى يرى فى شكل (١٢) وكان به أيضا برعمان جانبيان صغيران يشبهان (ب من شكل ١٣) . وفى ربيع سنة ١٨٩٧ تفتحت البراعم وسقطت الحراشيف البرعمية وتركت ندوبا فى (رقم ٤). فنما البرعم الطرفى كما فى شكلى (١٣ و ١٤) وأحدث فى الساق طولا عظيما معلما عليه (فى الشكل) بأرقام سنة ١٨٩٧ وعلى هذه الساق عديد من البراعم الجانبية نما كل منها فى أبط الورقة كما فى (هـ من شكل ١٤) ومن البراعم الصغيرة الجانبية تحت البرعم الطرفى مباشرة نشأت فراخ قصيرة بطريقة مشابهة لتلك .

١٢ — ان مقدار نمو العساليج فى مدة سنة واحدة أو أثناء فصل نمو واحد يمثل بمقدار الطول الذى يكون بين منطقتى الندوب البرعمية .

وبما أن الندوب فى الغالب تكون ظاهرة للعين على القشرة بضع سنين فهى معوان على تقدير سنّ أى قطعة طولية من الشجرة أو الساق أو العسلوج . ويغلب أن توجد براعم صغيرة فى آباط الحراشيف البرعمية وبما أن السلاميّات الموجودة بين الحراشيف البرعمية المذكورة تظل قصيرة فهذه البراعم تظهر مكتظة فوق العساليج وترى أحيانا بعد إذ تكون الندوب قد طمست معالمها (شكل ٥٣ . بين ا و ب) .

يختلف طول الساق التى يكوّنها برعم بعد سنة من نموها اختلافا كبيرا فبعض البراعم الورقية يكوّن فراخا لا تزيد فى طولها عن كسر من السنتيمتر وبعضها يبلغ من الطول عدة سنتيمترات ذلك بأن كثيرا من أمرها يتوقف

على نوع النبات وعمره ومعالجته وعلى موضع البراعم من الشجرة وكذا على الظروف الخارجية كالمناخ والتربة وفى الأشجار التى لا يعاق نموّها يستمر طول الفراخ التى تتكوّن كل عام من البراعم الطرفية فى الزيادة من الطفولة الأولى فما فوقها حتى تبلغ سنا معلومة يأخذ الطول السنوى بعدها فى التناقص . وتختلف السن التى يبلغ فيها النمو نهايته العظمى باختلاف الأشجار فبعضها لا تكوّن أطول فراخها إلا إذا بلغت ما بين خمس عشرة سنة وعشرين . وبعضها اذا انقضت ثلاثون أو أربعون سنة وفى الشيخوخة تكون كثرة البراعم (وهى تتطلب كثرة الماء والمواد الغذائية تبعا لذلك) وكذا ازدياد بعدها عن مصدر الماء فى الأرض مانعة ذلك النمو العظيم الذى يشاهد فى الطفولة فالفراخ التى توجد على الأشجار الكبيرة السن تكون قصيرة تبعا لذلك .

إن الفرق فى المظهر العام بين الأشجار الصغرى والكبرى مدهش فانه ما دامت الفراخ الطويلة فى تكوّن فان تاجها أو رأسها يظل مفتوحا ومكوّنا على الأكثر من أغصان طويلة مستقيمة ولكن لما يبتدئ تكوّن الفراخ القصيرة يبدو التاج أكثر تكاثفا . وفى غالب الأشجار يكون البرعم الطرفى فى العادة أقوى فرخ . أما البراعم الجانبية فتتكشف عن غصون يتقاصر طولها شيئا فشيئا بانتظام من القمة الى القاعدة حيث تتكوّن البراعم فى العادة فراخا قصيرة جدا أو لا تكوّن منها شيئا مطلقا على أن فروع فرخ الصفصاف تكاد تكون متساوية الحجم من القمة الى القاعدة . وفى قليل من الأحوال تكون الفروع لدى القمة أو القاعدة قصيرة ، وفى وسط الفرخ طويلة ؛ وفى التربة الجيدة والمناخ المناسب تكون فروع الأشجار أطول مما اذا كانت التربة رديئة تعوزها الرطوبة أو حيث يكون المناخ قارس البرد هذا والأسمدة النتروجينية (Nitrogenous) أى الأزوتية ، وفقدان الضوء بسبب التراحم تؤدى الى تكوّن فراخ طويلة ، أما حمل الثمار فانه يمنع ضلاعة الشجر ويؤدى الى تكوين فراخ قصيرة .

١٣ — البراعم الساكنة (Dormant Buds) — لدى فحص الأشجار فى الربيع أى حين تبتدئ البراعم فى النمو يلاحظ أن بعضها يظل غير متنشط ويستمر على هذه الحالة طول الصيف وليس الأمر مقصورا على أنها قد تأبى النمو فيما يسمى فصلها الحقيقى بل أنها تظل فى الأكثر غير مستكملة النمو مددا طويلة . مثل هذه البراعم تسمى "براعم كامنة" وهذه تصادف على كل نوع من أنواع النبات تقريبا ولا سيما بالقرب من قواعد السوق .

والبراعم الكامنة وان كان كثير منها يموت بسرعة فان بعضها يظل قادرا على النمو بضع سنين بعد تكونها وقد تكوّن ما يسمى "فراخا مؤجلة" (Deferred) واذا كانت على أشجار الفواكه سميت "فراخا مسترقة" واذا نشأت من تحت سطح الأرض سميت "هراء" (Sucker) وكثيرا ما تنشأ على الأصول المطعمة أو المبرعمة . وهلاك البراعم الطرفية والجانبية الموجودة بالقرب من قمة الساق يؤدى الى تيقظ النمو فى الفراخ المؤجلة من البراعم الساكنة الموجودة عند قاعدة الساق و يظهر هذا تمام الظهور فى فراخ الأعناب والورود اذا هى قلّمت تقليما مفرطا . وزد على ذلك أن قصم البراعم الطرفية من النباتات العشبية وغيرها يعمد اليه أحيانا بقصد ضمانة نموّ كل البراعم الجانبية على الساق وتكوين نبت كثيف بدلا من واحد له ساق أصلية مفردة وقليل من الفروع . ورعى نبات الفصيلة النجيلية أوحشها يفضى الى تمام نموّ كل البراعم وازدياد السوق الورقية تبعا لذلك وليس قطع البراعم الطرفيـة أو قصمها يفضى وحده الى استكمال نموّ البراعم القاعدية التى قد تصير كامنة ولكن كل ما عاق حركة الماء أو سيل العصارة الى البراعم الطرفية والبراعم المستقرة فى أعالى الشجرة يؤدى الى مثل هذه النتيجة فى أول عهـد الكروم المتساندة بالتكون حيث يقتضى أن تكوّن كل البراعم الناشئة على الساق الأصلية فراخا أو مهاميز قصيرة يعمد

الى الفرخ فيحنى مدّة من الزمان بقصد أن يؤدى هذا الاحناء الى تفتح البراعم الناشئة عند قاعدة الساق والتى لولا ذلك لبقيت ساكنة وتركت من الخشب غير المثمر مسافة طويلة .

١٥ — البراعم العرضية (Adventitious Buds) — البراعم الساكنة السابق ذكرها هى براعم نشأت بنظام مطرد فى آباط الورق ولكنها بقيت عديمة النشاط مدّة من الزمان ، وليس فى أمرها من الشـذوذ إلا مدّة نموّها على أن البراعم قد تنشأ لدى أى نقطة من النبات ولا يحتم أن تكون فى آباط الورق بل على أى نقطة من الساق أو على الجذور والأوراق فاذا نشأت كذلك سميت "براعم عرضية" وتشاهد أمثال ذلك على جذور نبات البطاطا والحور والورود وكثير من النباتات الأخرى ولا سيما اذا نزعت منها الأجزاء العليا التى تحمل البراعم . وهى كثيرا ما تنشأ وتكوّن فراخا على السوق التى أصيبت بضرر. وفى بعض الأحوال تخرج هذه البراعم من الكنب (Callus) الذى يغطى الجروح الناشئة من قطع الفروع وتتكوّن البراعم العرضية أحيانا من الأوراق التى أزيلت عن أمها وتنبت على رمل رطب أو طين . والبستانية ينتفعون بهذه الخاصة فى تكثير نبات البريفلوم (Bryophyllums) .

تج ٢٣ : افحص عساليج بعض الأشجار والشجيرات فى الشتاء كالجميز ، والتوت ، والمشمش ، وخذ مذكرات عن نظام البراعم وعن الندوب التى تركت بعد أن سقطت عنها الأوراق الخوصية والحراشيف البرعمية القديمة وعما ترى على القلف (Bark) والبراعم من الشعر وما بها من النعومة وكذلك أى خاصة من خواص هذين .

تج ٢٤ : قس أطوال السلاميات بين البراعم المتوالية على فراخ العام السابق من بعض الأشجار والشجيرات العادية واذكر فى أجزاء الصغار من هذه الأشجار أم الكبار تزى البراعم أشد اكتظاظا على الساق ؟

تج ٢٥ : افحص بعض صغار الأشجار فى الشتاء (١) وحاول أن تعرف مقدار النمو السنوى فى الطول لمختلف أجزاء كل منها (٢) استجمع ملحوظات عن طول الفروع التى كونتها البراعم بالقرب من القمة ، والوسط والقاعدة فى نمو كل سنة . وتبين ما اذا كانت البراعم الساكنة موجودة أو مفقودة (٣) تبين ما اذا كان التفريع محدودا أو غير محدود . وابحث بين الأشجار عن ذلك النوع من التفريع المسمى ''كاذب المحور'' . (٤) لاحظ فرق الطول فى النمو السنوى لفروع من أشجار كبيرة السن وصغيرتها من نوع واحد .

تج ٢٦ : افحص البراعم المتفتحة على أشهر أشجار الفواكه المعبلة فى الربيع الذى يسهل فيه التمييز بين مختلف البراعم . لاحظ موضع البراعم الورقية والبراعم المختلطة والبراعم الزهرية على التوالى .

١٦ — السـوق وأنواعها .

تسمى السوق التى تكون رخصة وتعيش فى العادة الى أجل قصير ''عشبية'' ومن هذا النوع ساق كل نبات حولى تقريبا وساق كثير من النباتات المعمرة وكنبات الويذانيا (Withania) والسمنفرم (Someniferum). وأغلب السوق التى تعيش أبد عدّة فصول تشتمل فى باطنها على مقادير عظيمة من الخشب فهى لذلك أصلب وأثبت وهذه السوق تسمى ''خشبية'' على أنه يجب الاشارة الى أن السوق العشبية تشتمل أيضا على خشب ولكنه يكون فى شكل خيوط ، هى قليلة فى مقدارها اذ قورنت بالأجزاء الرخصة الباقية . زد على ذلك أن كل السوق تكون رخصة وعشبية فى طفولتها الأولى ولذلك فلا يوجد فارق حقيقى بين السوق العشبية والسوق الخشبية بما أن الأمر يرجع الى درجة نمو الخشب فى باطنها . فقد تكون زهرة المنثور (Wall-flower) أو الوردة مثلا رخصة وعشبية فى أجزائها العليا بينا تكون صلبة وخشبية فى أسفلها .

للأشجار والشجيرات سوق مستوفاة النمو . وتمتاز الأولى عن الثانية بأن تكون لها ساق صلبة مفردة أو جذع عال من الفروع الى مسافة بعيده

عن الأرض . أما الشجيرات فليس لها ساق أصلية واضحة وأشهر فروعها متماثلة فى سمكها وتخرج من نقطة على الأرض أو بالقرب منها .

ولكثير من الأشجار سوق من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقيم عودها فهى لذلك تنمو على سطح الأرض ومن النبات ما تكون سوقه ضعيفة فهى منبطحة (Prostrate) دائما ومنها النباتات المتسلقة (Climbing Plants) وهذه تكون سوقها من الضعف بحيث لا تستطيع أن تقف معتدلة ولكنها قادرة على اتخاذ ما دنا منها من الأشياء كدعامات لها . ولهذه النباتات المتسلقة طرق شتى فى الاعتماد ففى الحلكس جدرا تنمو جذور عرضية على جانب واحد من الساق ومهمة هذه تثبيت النبات على قلف الأشجار وعلى الجدران والصخور ومنها نبات التروبيلوم الشائع فى الحدائق والكليماتس البرى . كلاهما يعتمد على أوراقه وذلك أن أعناق هذه الأوراق تلتف حول فروع النبات الذى يجاورها .

ويستعين نبات البازلاء والجلبان على التسلق بواسطة أوراقه وذلك أن بعض وريقاته تتنوع فتصبح خيوطا رفيعة تسمى ''حوالق'' (Tendrils) وهى حساسة باللمس وتلف نفسها حول أى شئ أهيف تلمسه . أما ما كان من قبيل الورد فتحمله إبره الصلبة وفى النباتات اللفافة (Twining Plants) تقيم الساق نفسها بالتفافها حول الأشياء المجاورة لها وسوق بعض هذه النباتات تلتف يمينا دائما فى حالة النمو حول دعامة كتلك . مثال ذلك : نبات اللونسرا (Lonicera) الذى يوجد فى الحدائق وبعضها يلتف يسارا مثل اللبلاب .

١٧ — يصادف فى الفراخ تنوّعات (Modifications) خاصة وكثير منها يسمى باسم خاص وأكثر هذه شيوعا المذكور بعد :

(١) فوق الأرض :

(ا) فى الكمثرى البرى تنتهى بعض الفروع بسنان صلبة حادة تسمى "السَّلاء" أو "الشوكة" (Spurs) . أما كونها فراخا متنوعة فظاهر من انها تبدر من آباط الأوراق فضلا عن أنها تحمل فى بعض الأحوال أوراقا وبراعم جانبية .

(ب) المدادة أو الدفانة (Runner or Stolon) : هى فراخ تمتد أفقية على سطح الأرض ويلاحظ فيها استطالة سلامياتها ونشوء جذور عرضية من عقدها وتدليها للنمو فى التربة (شكل ١٧) عند ذلك تصبح البراعم الموجودة على هذا النوع من الساق مثبتة فى الأرض واذا نمت ونشأت فراخا منتصبة كوّنت نباتات متفرّقة بمجرد موت السلاميات (كما فى س من الشكل) أو قطعها ومن أحسن الأمثلة على ذلك نبات الشليك .

تج ٢٧ : افحص سلاء الكرتيجيا (Cratnoegus) والكمثرى البرى ولاحظ منشأها فى آباط الأوراق وأن بعضها يحمل براعم وأوراقا .

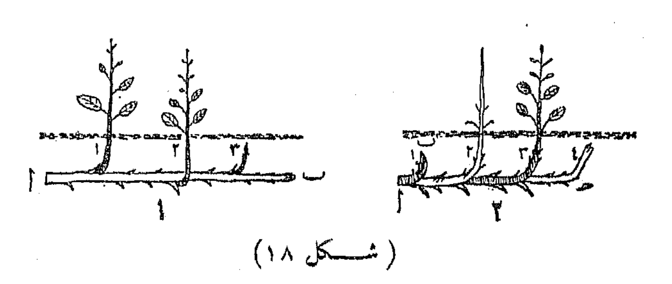
تج ٢٨ : افحص منشأ المدادة على نبات الشليك ولاحظ موضع الأوراق والبراعم عليها .

(٢) تحت الأرض :

السوق النامية تحت الأرض تشبه الجذور أحيانا ولكن يمكن التمييز بينها وبين الجذور بأنها تحمل أوراقا وبراعم وبنشوئها من آباط الأوراق .

(ا) الريزومة (Rhizome) : فرخ نابت تحت الأرض ينمو أفقيا تقريبا وتبدر من عقده جذور عرضية وتكون سلامياته إما طويلة أو قصيرة ؛ سميكة أو رقيقة ولذلك فان هيئة الريزومة فى النباتات متنوعة . فريزومة نبات السنيدور والدكتيلو فرخ طويل متشعب ورفيع . أما ريزومة الأيريس وغيره من النباتات فهى سميكة وشحمة واذا وجدت أوراق على الريزومة فانما

(شكل ١٧)



(شكل ١٨)

(١) رسم بيانى يمثل نمو ريزومة غير محدودة . ا الى ب محور ابتدائى غير محدود يبقى تحت الأرض دائما . (١ ، ٢ ، ٣) فروع جانبية . من ا ب الذى يخرج فوق الأرض . (٢) رسم بيانى يمثل نمو ريزومة محدودة . ا الى ب = محور ابتدائى محدود أزهر ثم ذبل وتحلل . ٢ فرع من المحور الابتدائى خارج فوق الأرض ؛ ٣ ، فرع من ٢ ؛ ٤ فرع من ٣ . والساق جميعها من ا الى حـ تحت الأرض هى سيمبوديوم أى كاذبة المحور الأصلى .

تكون فى العادة محوّرة أى معدولة فهى حراشيف غشائية وتكون الريزومات إما غير محدودة النمو أو محدودته فان كانت غير محدودة فان المحور الأصلى الحقيقى يستمرّ فى النموّ من قمته و يظل تحت الأرض دائما فأما الأجزاء التى تخرج من الأرض فهى فروع ثانوية أو جانبية وهذه تنشأ فى آباط أوراقها الحرشفية (رقم ١ . شكل ١٨) . على أن غالب الريزومات محدودة النمو فالمحور الأصلى فيها بعد أن ينمو مسافة ما طويلة أو قصيرة تحت الأرض يخرج منها وتستمر الريزومة فى الأرض بفضل فروعها الثانوية (رقم٢ . شكل١٨) .

وفى الريزومات المعمرة ذات النموّ المحدود ومثل الحلفاء (Sedges) والنجيليات وغير ذلك من النباتات يكوّن الجزء الدائم الذى يبقى تحت الأرض محورا أصليا كاذبا فيسمى "كاذب المحور" .

(ب) يطلق لفظ "هُراء" (Sucker) على أى فرخ عرضى ينشأ تحت الأرض على سوق الشجيرات والشجر أو جذورها ولهذا الهراء جذور عرضية واذا انفصل الهراء عن أمه أصبح نباتا جديدا مستقلا بذاته . ويغلب فى الهراء سرعة النموّ واستلاب الماء والغذاء من أمه ولذلك فالواجب أن يهلك إلا اذا كان المراد تكاثره .

تج ٢٩ : افحص الأجزاء الأرضية من نبات اللبلاب والنعنع والبطاطى والهليون ولاحظ الأوراق الحرشفية والبراعم الموجودة فى آباط بعضها .
ولاحظ العلاقة الموجودة بين الفراخ التى تخرج من الارض بين تلك الأجزاء الباقية بها .

(ج) الدرنة (Tuber) — الدرنة فرخ له ساق قصيرة شحمة غليظة ولها أوراق حرشفية دقيقة يوجد فى آباطها براعم أو عيون وأغلب الدرنات الشائعة ينمو تحت الأرض . مثال ذلك : البطاطس والطرطوفة ولكنها قد توجد على أجزاء النبات الظاهرة فوق الأرض أما الأوراق الحرشفية فلا ترى على درنة

البطاطس المستكملة النمو . وذلك نظرا لأنها تسقط وتتكمش قبل أن يتم النضج .

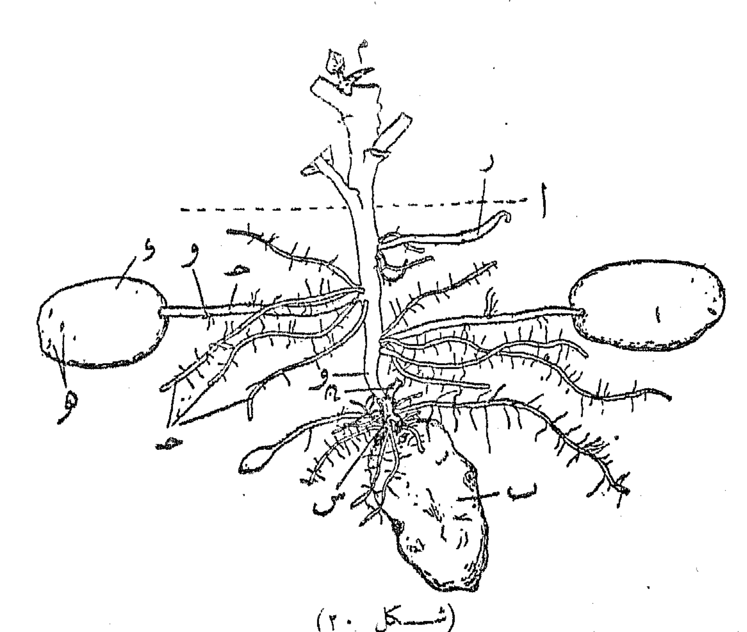
كون البطاطس قطعا مسمكة من السوق ، أمر يمكن مشاهدته بدراسة أصلها ؛ فان الريزومات التى ليست درنات البطاطس إلا أطرافا لها ، تنشأ طبيعة فى آباط الأوراق تحت سطح الأرض وهى وان كانت توجد تحت الأرض لا علاقة لها بالمجموع الجذرى من النبات .

والعادة فى الدرنة المستوفاة النمو أن تكون عند قاعدتها قطعة من ريزومة ذابلة وعلى سطحها كثير من العيون (Eyes) مرتبة على شكل حلزونى . والعيون عند القمة المورفولوچية من الدرنة أشدّ اكتظاظا منها عند القاعدة إذ تكون السلاميات الكبيرة السن أطول من الصغيرة . وتلوح كل عين كمجموع من البراعم راقد فى بقعة مقعرة من الدرنة وهذه البقعة المقعرة هى أبسط ورقة حرشفية كانت ظاهرة أيام كانت الدرنة صغيرة السن ثم ذبلت وخفيت بعد ذلك . وقد يكون عدد البراعم فى كل عين عشرين ولكن العادة أن تكون ثلاثة . والعين فى الحقيقة فرع جانبى ذو سلاميات غير متكشفة ، إذ الدرنة جميعها فى الجملة مجموع فرخى شديد التفرع وليست فرخا بسيطا .

وليست الدرنات من شكل واحد دائما بل انما تتعدّد أشكالها ولكن لها ثلاثة أشكال شائعة هى: (١) المستديرة (٢) البيضية (٣) الكلوية . فالمستديرة هى كروية نوعا ما ، سلامياتها وعيونها أقل منها عددا فى البيضية والكلوية اللتين هما مستطيلتان نوعا ما ؛ وتمتاز الدرنة الكلوية بأنها أسمك عند القمة وتستدق صوب القاعدة . أما الدرنة البيضية فهى سميكة فى الوسط وتستدق صوب طرفيها . وهذه الاختلافات ظاهرة ثابتة بحيث تكفى لأن تكون أساسا للتفريق بين أصناف البطاطس فى الزراعة .

(شـــكل ١٩)

قطاع طولى من درنة بطاطس صغيرة . ق = قشرة ؛ حم = حزم وعائية ؛ ن = نخاع ؛ ش = ورقة قشرية فى إبطها برعم ؛ ب = برعم طرفى .



(شـــكل ٢٠)

نبات بطاطس مستحدث من درنة قديمة وظاهر فيه نظام وطبيعة الأجزاء الموجودة منها فى الارض (ا) سطح الارض . (ب) درنة قديمة ظاهر منها ساق قصيرة صلبـة (س) ناتجة أثناء الانبات فى الضوء قبل زرعها فى الأرض . (و ، ه) فرعان من س . وطرف ه مقطوع والفرع و خرج من الارض وقطع فى م . حـ ريزومة تكشف طرفها عن درنة ى وعلى هذه ترى براعم عند ه . (و) فى الريزومة برعم جانبى على حـ . (د) ريزومة تشبه حـ ولكنها لم تكون درنة بعد . جد = جذور عرضـيـة .

وقد تكون الدرنات فى بعض الأحوال ذات شكل مفرط فى عدم انتظامه . فانه اذا اعترض جفاف الطقس نمـو الزروع ثم عقبه مطر فان الدرنات التى تكون قد نضجت نضوجا جزئيا تنمو من الأطراف أو من حوالى العيون الجانبيـة بدلا من أن تزداد فى الثخانة بانتظام يوم يعود النمو النشيط اليها وقد تؤدى الزيادات التى أحدثها النمو المذكور الى تكوّن أجسام غير منتظمة أو درنات صغيرة على الدرنات الكبيرة . ويعرف هذا بالتدرن الثانوى وهو أشيع ما يكون فى الأصناف الكلوية والبيضية .

وتشريح الدرنة فى طفولتها يشـبه تشريح الريزومة التى هى منها وتشتمل أسوة بالسوق المشابهة لها على بشرة وقشرة واسطوانة وعائية بمـا تشمل من حلقة الكامبيوم والنخاع المركزى ؛ ونظـام الأنسجة فى الدرنة الصغيرة يلوح كما هو فى شكل (١٩) .

هذا وفى الدرنة المستوفاة النمو يحل البريدرم محل الابيدرم أى البشرة . والطبقة الخارجة من هذا البريدرم تشتمل على خلايا فلية ، وهذه تكون بمثابة وقاية للدرنة من فرط فقد الماء من باطنها . وتحت هذا الجلد — البريدرم — توجد القشرة ، وفى خلايا القشرة الخارجية تكون العصارة الخلوية ملوّنة فى العادة اونا يميز مختلف اصناف البطاطس بعضها عن بعض .

والعادة فى الكامبيوم أن يكون كثيرا من الزيلوم (الخشب) فى نموّه وهذا الخشب هو الذى يكوّن أكثر جسم الدرنة ؛ على أن الخشب ليس متكوّنا من نسـيج خيطى بل يكاد يكون كله خلايا برنشيمية رقيقـة الجدران ليس فيها من العناصر الخيطية المشار اليها إلا مجاميع قليلة منفردة وعايـه فلا يمكن تمييزها من النخاع والقشرة .

وأهم المواد الغذائيـة المختزنة هو النشا وأكثر ما يكون هذا النشا فى أبعد الأجزاء الداخلية من القشرة ، وفى النسيج الخشبى المتحلل وفى جزء من النخاع . واذا اقتطعت شريحـة من درنة البطاطس كان بالفلويم (الخشب الكاذب) والكامبيوم ووسط النخاع شئ من الشفوف وقد تحتوى قليلا من النشا أو تكون خالية منه .

انبات الدرنة — لا يمكن حمل الدرنات الناضجة على الانبات حتى يمر وقت ما . ومن الأصـناف ما يحتاج الى الراحة شهرين ومنها ما اذا نضج فى الخريف لا تبدو عليه علائم الانبات قبل يناير أو فبراير أو ما بعده .

والدرجة الصـغرى من الحرارة اللازمة للانبـات هى ٨° درجات مئوية أو ١٠° . ولذا فان الدرنات التى تزرع قبل أوان تلك الدرجة لا تنمو إلا قليلا وقد تمتنع عن النمو بتاتا .

أما سبب مدّة الراحة والتغيرات الكيماوية التى تحدث أثنـاء تلك المدّة فغير واضح بيـد أن التنفس الذى يحدث بانفاق من النشا ممكن ادراكه فهو فى المبدأ بطئ ولكنه يزداد بسرعة كبيرة عند اقتراب مدّة الراحة من الانتهاء .

واذا ابتـدأ الانبات تكوّن الانزيم (Enzyme) دايستاز فتحوّل به النشا الى سكر وانتقل هذا الى البراعم النامية حيث يستخدم فى تكوين خلايا جديدة . وأول نموّ فى الفراخ يحدث بانفاق من مقادير الأغذية المختزنة فى الدرنة .

هذا ويندر أن يتكشف برعمان على نفس الدرنة بمقدار واحد من القوّة إذ أن أكثر البراعم ضلاعة وقوّة ما يكون على طرفها أى البرعم الوسطى من العيون الموجودة بالقرب من قمة الدرنة . أما البراعم الموجودة عند قاعدة الدرنة فهى أضعفها ويغلب أن تبقى كامنة بتاتا . واذا قطعت الدرنات من أجل

زرعها بحيث تشـمل كل قطعة منها عينا واحدة كانت القطع المأخوذة من القمة أشدّها نباتا وأكثرها غلة . واذا قطع الفرخ الأصلى الناتج من البرعم المركزى من عين من العيون أو تلف ، نمت البراعم الجانبية من العين ولكن لا تكون فراخها كمثل الفرخ المقطوع شدّة أو قوّة .

والفراخ النـاتجة من البراعم النامية فى البطاطس ، اذا عرّضت للضوء أثناء الانبات ، تكون ذات سلاميات قصيرة وأوراق حرشفية ترى فى آباطها فى العادة ثلاثة براعم جانبية . وبعـد زرع الدرنة ينمو طرف المحور الأصلى من كل فرخ خارجا الى أعلى فى الهواء الطلق حيث تأخذ الأوراق التى تتفتح فى القيام بعمليـة "تثبيت الكربون" وينزل الغذاء الذى تصـنعه الأوراق فى الساق وتتولد ريزومة رقيقـة من البرعم الوسطى فى كل أبط ورق تحت الأرض ، وهذه ، بعد بلوغها مقدارا متراوحا من الطول ، تكوّن فى العادة درنة جديدة عند طرفها (شكل ٢٠) . واذا نفد كل ما فى الدرنة القديمة الميتة من غذائها المختزن لم تخل من المـاء ، لتسربه اليها من التربة المحيطة بها ، فكانت بمثابة خزان ماء للنبات النامى أيام التحاريق .

ولا بد من ملاحظة أن الريزومات لا تنتج درنات إلا اذا هى حفظت فى ظلام ومن ذلك تتضح فائدة تغطيتها بالثرى ، وضرورة معاودة هذه التغطية من آن لآن حتى تحتجب الريزومات الجديدة — التى تشبه حرف (P) الافرنجى فى الشكل المذكور — عن النور بتاتا إذ أن الريزومات التى تتعرّض للنور لا تصبح إلا فراخا عادية ذات أوراق خضراء ولابد قبل غرس الدرنات من استنباتها فى النور اذا أمكن لكى يحصل من كل عين متنبهة منها على قطعة ثخينة قصيرة من الساق عليها عقد كثيرة إذ أن الريزومات التى تحمل درنات لا تخرج إلا عند آباط الأوراق . وهذه العملية تساعد على تكثير غلة البطاطس بمقدار

عظيم وإلا فانه اذا تركت الدرنات للبدأ بنموها فى الظلام سواء فى المخازن أو تحت الأرض فان الفراخ التى تبدر من العيون تكون ذات سلاميات أطول من المطلوب وعليه فيقل عدد النقط التى تخرج منها الريزومات الحاملة الدرنات تحت الأرض وفضلا عن ذلك فان الفراخ المورقة التى تخرج فوق الأرض تكون إذ ذاك ضعيفة اذا اتبعت الطريقة الأخيرة .

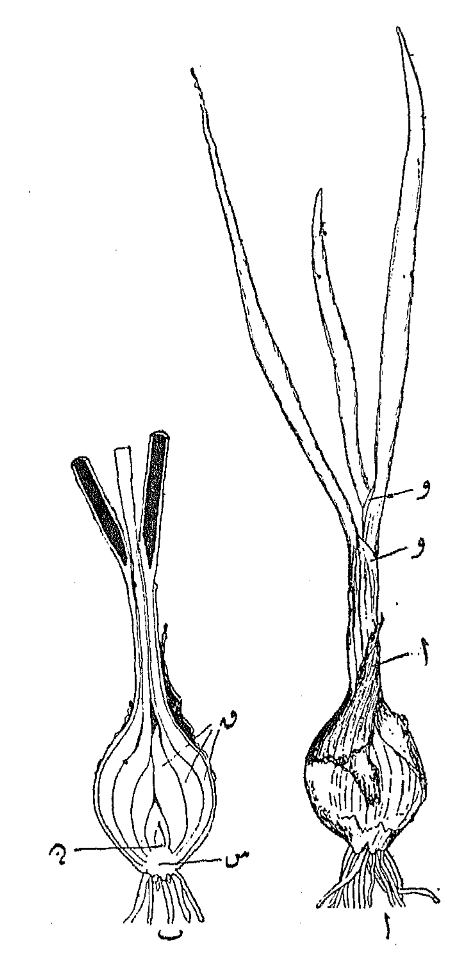
(ى) الكرمة (Corm) — ساق قصيرة سميكة يغطيها قليل من الأوراق الحرشفية وتحمل برعما أو اثنين لدى قمتها ومن أمثلتها دليوث الجنائن أو ذنب الفرس والقلقاس وأيريس الصحراء .

(شكل ١٩) قطاع نبات ذنب الفرس . نقطة (ب) تبين ساق الكرمة الصلبة الشحمة ومعها بقايا كرمة قديمة ملتصقة بها وعدة جذور عرضية (ر) ومن قمتها عند (ى) نما البرعم الطرفى فكوّن ساقا قصيرة (هـ) تحمل على جوانبها أوراقا غشائية رقيقة وأوراقا خضراء عادية (ز) وتلك تخرج من الأرض . وتبدر من آباط الأوراق زهرة أو أكثر (غ) وتستعمل المواد المختزنة فى الكرمة (ب) لتكوين هذه الأوراق والأزهار وعلى ذلك فهى تنكمش وتموت كما فى (ا) ولكن الأوراق الخضراء (ز) تعمل بعد تمام نموها على صنع مقدار وافر من الغذاء وهذا ينزل من الأوراق الى حيث يخزن فى الساق القصيرة (هـ) وهذه تزداد سمكا شيئا فشيئا تبعا لذلك وتصبح كرمة جديدة فى نهاية الفصل . أما البراعم (ط) الموجودة فى آباط أوراق الكرمة الجديدة فتبقى بالقرب من قمتها وتقوم بانشاء متسق جديد من الأزهار والأوراق والكرمات فى العام الذى يلى .

ويغلب أن يكون للكرمة بضعة براعم فى قمتها بدلا من برعم واحد كما فى (ى) وترتقى كل واحدة منها فى النمو حتى تصبح كرمة جديدة بالطريقة التى سبق

أمام صفحة ٥٣

(شــكل ٢١)



(شـــكل ٢٢)

(أ) بادرة بصل ؛ أ بقايا ورقة قديمة ؛ و ، و أوراق صغيرة السن .

(ب) قطاع طولى من البادرة ، س ساق قصيرة فيها أوراق وقواعد ورقية تكوّن أهم جزء من البصلة ؛ ن نقطة نموّ الساق .

شرحها . وعلى ذلك فالكرمة الواحدة قد تنشئ عدة من صنفها فى فصـل واحـــد .

(هـ) البصلة (Bulb) — تشبه الكرمة أحيانا فى مظهرها الخارجى ولكنها تشتمل على ساق قصيرة قصرا نسبيا وعلى هذه الساق يوجد عدد من الأوراق الحرشفية بادنة سميكة وهذه الأوراق ينطوى بعضها قليلا أو كثيرا فوق بعض، أما كيان البصلية جميعه فهو أشبه ببرعم كبير جدّا يوجد فى آباط بعض حراشيفه براعم صغيرة ابتدائية ومن البصلات الشائعة البصل والبشنين (Lily) والنرجس . وبادرة البصل المبينة فى شكل (٦) تكوّن بضع أوراق أثناء أوّل عهـد من النموّ كما فى ا من شكل(٢٤) و ينتفخ النبات عند قاعدته و يكوّن بصلة واذا قطعت قطاعا كما فى(ب) تكشف لك باطن تركيبه و بتعقب الأوراق من الأجزاء الخضراء فأسـفل يلاحظ أن القواعد جميعها ولا سيما الداخلة من الأوراق مسمكة فمن تلك القواعد الورقية يتكوّن جرم البصلة الأصلى . أما الساق(س) التى تمو عليها هذه الأوراق فهى لذلك قصيرة . فاذا انتهى هذا العهد من النموّ تموت الأجزاء الخضراء وتتكمش . أما أجزاؤها السفلى التى أصبحت رقيقة فتبق كغطاء لبقية البصلة وتمنع سرعة فقدان المـاء من الداخل .

واذا زرعت بصلة البصل فى أوانها الثـانى كوّنت جذورا عرضية من قاعدة الساق وتمو نقطة النموّ الطرفية (ن) من الداخل الى أعلى وتكوّن أوراقا ونورة (Inflorescence) ذات أزهار بيضاء على طرف ساق مجوّفة طويلة . وكذلك البراعم الموجودة فى آباط الأوراق الحرشفية فانها تمو على هذا النسق وعلى ذلك فانه أحيـانا يتكوّن من بصـلة واحدة عدة فراخ مزهـرة وتنفق المواد المختزنة فى حراشـيف البصلة فى نموّ هذه السوق المزهـرة و بعد انتـاج البزور الناضجة يتكمش النبات جميعه و يموت وفى هذه الحالة تكون البصلة من فريق النبات الذى يعمر سنتين .

أمام صفحة ٥٤

(شـــكل ٢٣)

وقد يحدث أن بعض البراعم الجانبيـة الموجودة فى آباط الحراشـيف لاتحدث النورات المشار اليها بل تكوّن أفراخا ورقية فقط . وهـذه تكوّن بصليات صغيرة كما تفعل بادرة البصل ، وهذه البصلات الصـغيرة تبقى بعد موت أمها وتقوم بالنمو فى أوانها الثـانى . وعلى ذلك فنبات البصل فى هذه الحالة يكون من الفريق الذى نسـميه معمرا والبصلات التى تشـبه نبات البصل فى تعرض حراشـيفه وتقعرها وفى اتساقها بحيث يشـمل الخارجى الباطنى شمولا كليـا تسمى "بصلات كسائيـة" (Tunicated bulbs) . أما فى البشنين فان حراشيف البصلة أقل عرضا من تلك ثم انهـا متراكبـة تراكب ألواح القرميد فى سطوح المنازل . ولذلك يطلق عليها اسم "البصلات المتراكبة" (Imbricated bulbs) .

تج ٣٠ : اقطع قطاعا طوليا من نبات بصلة صغيرة عند ما تكون بصلتها قد تكوّنت جيدا . راقب نمو النبات الصـغير الى أن يصير بصلة مستكملة واقطع أيضا فى بصلة تامة النمو بضع قطاعات وقارن تركيب بنائها الداخلى بمثله من الكرنب .

تج ٣١ : افحص بصلات بصل حفظ طول الشتاء وسمح له بعد ذلك بالانبات . لاحظ عدد طوائف الأوراق الخضراء المنفصـلة التى أنتجتها البصلات واقطعها وامتحنها وافحص أصل هـذه الاوراق .

تج ٣٢ : الأوراق — اقطع قطاعات طولية فى بصلة النرجس . لاحظ الساق وعدد الحراشيف وسمك كل واحد منها وكذلك وجود الأزهار الابتدائية والبراعم الأبطية أو فقدانها .

تج ٣٣ : (١) افحص تركيب بناء كرمة القلقاس واقتلع الأوراق الحرشفية الخارجية وشاهد موقع البراعم وعددها على الساق الغليظة (٢) اقطع قطاعات طولية فى كرمة (٣) افحص كرمة مزهرة وشاهد الجذور وبقايا الكرمات القديمة والأوراق الخضراء والأوراق الحرشفية والغشائية وعدد الأزهار وموضعها وقارن ذلك بشكل (٣) .

الفصـــل الخامس

الـــــــورقة

١ — تخرج الأوراق كما سبق القول من براعم وتكون إذ ذاك زوائد جانبية من سوق النباتات. وقد تكون الأوراق على صور شتى ولكنها فى العادة أجسام منبسطة . والعادة فى جميع الأوراق ماعدا ما يعرف منها بالأوراق الزهرية أن تكون فى آباطها أزرار أى براعم ويختلف نمو الأوراق عن نمو الساق والجذر فى أنه قصير الأمد لأنها اذا بلغت حجما محدودا وقفت عن النمو .

٢ — الورقة الخوصية (Foliage Leaf) — أظهر الأوراق على النباتات تكون خضراء وتسمى "الأوراق الخوصية". وهى أعضاء ذات شأن مهمتها فى الجملة صنع الغذاء اللازم للجزء النامى من النبات، بل هى أيضا أعضاء ينطلق منها فى الهواء كثير من الماء المأخوذ من الأرض بواسطة الجذور وتشتمل الورقة الخوصـية النموذجية (شكل ٢٤) على الأجزاء الآتيـة : (١) جزء عريض مفرطح يسمى " النصـل " (Blade) (٢) عود أو عنق رفيع (Petiole) (٣) (Sheath) غمد قاعدى منبسط نوعا يصل الورقة بالساق . ويحمـل غمد الورقة أحيانا زائدتين تسمى كل منهـما "أذنة" (Stipule) وهما قد تكونان عريضتين أشبه بالجناح كما هو الحال فى البرسيم والبازلاء وقد تكونان صغيرتين ضـيقتين كما هو الحال فى الكمثرى والتفاح. وتسمى الأوراق التى فيها هاتان الزائدتان " أوراقا أُذَنيّة" (Stipulate) . أما التى ليس لهـا اذنات فتسمى "لا أذنية" (Exstipulate) .

وأجزاء الورقة تختلف فى شكلها اختلافا كبيرا فغمد نبات الفصيلة النجيلية يحتضن الساق احتضانا . أما فى الفصيلة الخيمية (ومنها الجزر والكرفس) فهو ظاهر جدّا وفى كثير من النباتات يكاد لا يرى .

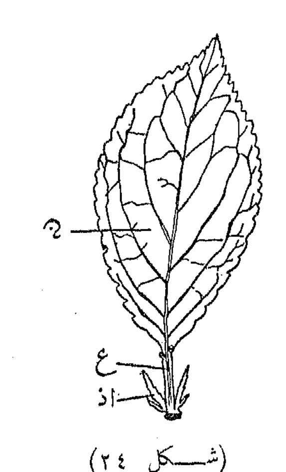
وإذا كان للورقة عنق فهو فى العادة ضيق واسطوانى ولكن يغلب فيه القصر وقد لا يوجد مطلقا وفى هذه الحالة يقال للورقة "عديمة العنق" أو "مرتصمة" (Sessile) .

النصل — هو فى الجملة أظهر أجزاء الورقة الخوصية . وأهم النقط التى يجب ملاحظتها هى توشيح عروقه وشكله وحافته وقمته وصفة سطحه .

(ا) تعرق النصل الورقى (Venation) — يخترق جسم الورقة عديد من الخيوط أو الأشرطة الخشبية تسمى "عروقا" أو "أعصابا" ولكن لا يستنتج من ذلك أن بناءها أو وظيفتها يماثلان العروق أو الأعصاب أو وظيفتهما فى الحيوان . ويسمى نظام بناء الأشرطة "نظام تعرق النصل الورقى" ولهذا التعرق نوعان شائعان أحدهما متواز (Parallel) وثانيهما شبكى (Reticulate) . ففى النوع الأول تكون أهم الأشرطة موازية بعضها لبعض من قاعدة الورقة الى قمتها كما هو الحال فى أوراق الفصيلة النجيلية . وفى البصل والجلاديولاس وفى ذوات الفلقة المفردة على الاجمال .

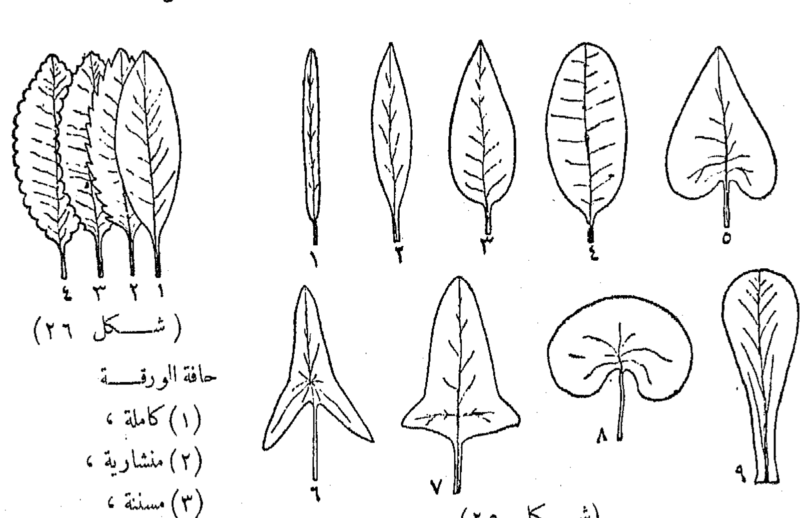
أما فى الأوراق الشبكية فان الأشرطة الصغرى تكون فى الورقة على صورة نسج الشبكة . وهذا النظام صفة فى ذوات الفلقتين .

وتقسم الأوراق الشبكية قسمين تبعا لنظام الأشرطة الأصلية . ففى أحد هذين القسمين يكون للأوراق شريط مركزى يسمى "العير" (Mid-rib) يجرى فى وسط الورقة وتخرج منه أشرطة فرعية (أصغر منه قليلا) كما فى شكل (٢٤) . ومثل هذه الأوراق يقال لها "ريشية العروق" (Pinnately Veined)



(شــــكل ٢٤)

ورقة برقوق خوخية : ع = عنق أو عود ، اذ = اذنة د = نصل .



(شـــكل ٢٦)

حافة الورقــــة

(١) كاملة ،

(٢) منشارية ،

(٣) مسننة ،

(٤) محزوزة .

(شــــكل ٢٥)

الأشكال العادية من الأوراق (١) خيطية ، (٢) رمحية ، (٣) بيضية ، (٤) اهليلجية ، (٥) قلبيــة ، (٦) سهمية ، (٧) مزراقيــة ، (٨) كلوية ، (٩) ملعقية .

ومن أحسن أمثلتها أوراق التفاح والبرقوق والخوخ وفى القسم الثـانى يكون فى كل ورقة أشرطة قوية عديدة تبتدئ من قاعدة النصل وتنتشر فيه حتى تصل الى الحافة على نحو ماتكون عليه أصابع اليدعند انبساط الكف ولذلك تسمى مثل هذه الورقة "بالراحية" (Palmately Veined) وفى ورقة القطن والهدرا مثال لذلك .

(ب) أشكال النصل — قد تكون حافة النصل على أى شكل هنـدسى (شكل ٢٥) فاذا كان كثير الامتداد ضيقا كما هو فى نبات الفصـيلة النجيلية سميت الورقة "خيطية" (Linear) .

وقد تكون "رمحية" (Lanceolate) كما فى ورق لسان الحمل وقد تكون "بيضية" (Ovate) أو "إهليلجية" (Elliptical) أو "كلوية" (Reniform) أو "قلبية" (Cordate) أو "سهمية" (Sagittate) أو "ملعقية" (Spathulate) أو "مزراقية" (Hastate) .

(ج) حافة الورقة (Leaf-margin) — يكون حد نصل الورقة سويا أحيانا (Entire) كما هو الحال فى الحناء أو يكون خشنا بفلول صغيرة أو كبيرة (شكل ٢٦) .

فالأوراق التى تكون حوافها كحدّ المنشار تسمى "منشارية" (Serrate) واذا كانت الفلول السنية الصغيرة على زوايا قائمة مع حدّ الورقة سميت "مسننة" (Dentate) واذا كان للحدّ نتوءات صـغيرة على شكل نصف دائرة سميت الورقة "مفروضة" (Crenate) أو "محزوزة" .

فاذا كانت الفلول أعمق من ذلك سميت الورقة "مفصصة" ، (Lobed) أو "مفرقة" (Parted) أو "مشرحة" (Dissected) على التوالى ، تبعا لما اذا كانت

الأقسام بالغة الى منتصف المسافة بين العير والحافة أو الى ثلاثة أرباعها أو قاطعة المسافة كلها تقريبا و بما أن الفلول تسير فى اتجاه الأشرطة الأصلية أى عروق الورقة فانه يوجد نوعان من الأوراق سواء كانت مفصصة أو مفرّقة أو مشرحة أحدهما يسمى "المفصص الريشى" أو "المفرق الريشى" أو "المشرح الريشى" والثانى "المفصص الراحى" أو "المفرق الراحى" أو "المشرح الراحى" (شكل ٢٧) .

وما دامت أقسام النصل لاتصل الى الأعيار الأصلية تمام الوصول فالورقة تسمى "بسيطة". و فى كثير من الأحوال تكون الأقسام بحيث تبدو الورقة كأن لها عدة نصول متفرقة فاذا كان الأمر كذلك فالورقة تسمى "مركبة" وتكون الأجزاء المتفرقة وريقاتها (و . شكل ٢٧) والأوراق المركبة إما أن تكون ريشية كما فى البازلاء والفول الرومى والبطاطس والورد أو راحية كما فى البرسيم والخروع والترمس .

(ى) السطح — سطح النصل أملس أو أصلع وقد تكون احدى صفحتيه صلعاء والأخرى شعرية أو تكون كلتاهما مغطاة بالشعر .

القمة — اذا كان طرف الورقة محددا سميت القمة "حادة" (Acute) واذا امتدّ الى أطول من ذلك سميت "مستدقة" (Acuminate) وقد يكون "منفرجا" (Obtuse) أو "مشروما" (Emerginate) أو "مقرنا" (Mucronate) وفى هذه الحالة يبدو العير كأنه قد برز كطرف حاد . أنظر أوراق البرسيم الحجازى (Lucerne) والمديكاجو (Medicago) .

تج ٣٤ : الفحص أوراق أهم نباتات الحقل وغير ذلك من الحشائش وصف كلا منها . لاحظ أولا هل هى بسيطة أو مركبة ؟ وأنظر بعد ذلك هل تجد عليها أذنات وأعناقا أم لا ؟ ثم صف صورتها وحافتها وقمتها وسطحها .

(شـــكل ٢٧)
(١) ورقة ريشية مفصصة بسيطة (ف) فص .
(٢) ورقة ريشية مركبة ، (و) وريقة .
(٣) ورقة راحية مفصصة بسيطة ، (ف) فص .
(٤) ورقة راحية مركبة ، (و) وريقة .



(شـــكل ٢٨)
ورقة مفردة مركبة من نبات البازلاء : اذ = اذنة ، (و) وريقة ، (حا) حالق .

٣ — الأوراق المنوّعة أو المعدولة (Modified leaves) — قد يوجد على النباتات أجسام لا تشتمل فى تركيبها على كل أجزاء الورقة الخصوصية ولكنها تعتبر أوراقا نظرا الى أصلها وموضعها من النبات والى أنها كثيرا ما تحمل براعم فى آباطها وقد تنقلب فى بعض الظروف أوراقا خضراء معتادة .

ولكثير من هذه الأوراق المنوّعة أى المعدولة صفات خاصة كما هو مبين بعد من حيث موضعها من الساق أو من حيث بناؤها ولونها أو غير ذلك من الخصائص .

(ا) الفلقات أو أوراق البزرة — هذه أول الأوراق التى يحرزها النبات الزهرى وتكون كلها تقريبا بسيطة سوّية ولا أذنات لها ولبعض الأشجار (كالصنوبر والأرز) بادرات لها فلقات عدة ولكن ذوات الفلقتين تشتمل فى العادة على فلقتين (شكل ٥) . أما ذوات الفلقة المفردة من النباتات فلا يوجد بها إلا واحدة .

والفلقات فى بزور الفول والبازلاء بمثابة مخزن للغذاء الذى يتوقف عليه نمو البادرة فى أول عهدها . أما فى الغلال والنجيليات فان أهم عمل تعمله الفلقة هو امتصاص الأندوسبرم الذى فى البزرة ونقله الى الأطراف النامية من الجذر الصغير والفرخ . أما فى اللفت والقطن وكثير من النباتات فالفلقات تظهر على وجه الأرض وتقوم بعملية التمثيل فتسلك بذلك مسلك الأوراق الخصوصية المعتادة .

(ب) الحراشيف — هذه الحراشيف فى العادة أجسام ورقية غشائية رقيقة وتكون بالاجمال سمراء أو بيضاء أو ضاربة الى الصفرة ؛ وهى إمّا أن تكون أوراقا كاملة أو أذنات وأغماد لأوراق لم يتم تكوّن نصالها . وتوجد الحراشيف

غالبا على السوق التى فوق الأرض بمثابة غطاءات لبراعم الشجر والشجيرات تحمى باطن البراعم من الصقيع والحرّ والمطر ومن غشيان الحشرات . وتوجد الحراشيف دائما على السوق الأرضية من النباتات المعمرة . وتختلف إذ ذاك فى حجمها كثيرا . فعلى الريزومة من نبات البطاطس مثلا تكون صغيرة غشائية . أما أوراق البصلة الساكنة فحراشيف كبيرة بعضها غليظ شحم غاص بالغذاء .

(ج) القنابات والقنيبات (Bracts and Bracteoles) — الأوراق التى توجد على الساق فى النقط التى تظهر فيها الأزهار أو النورات يقال لها القنابات والقنيبات (أنظر صفحة ٧٦) وهى تختلف فى حجمها ونسجها (Texture) ولونها اختلافا كبيرا وفى بعض النباتات لا يمكن تمييزها من الأوراق الخوصية الخضراء العادية إلا بتبين موضعها . بل الأغلب أن تكون أولية تشابه الحراشيف تقريبا . وتسمى القنابات النصلية التى تكتنف أزهار النجيليات "بالقنابع" (Glumes) وفى النخل توجد قنابة عظيمة تشتمل على كل النورة وهذه تسمى "بالقحف أو بالكافور" (Spathe) أو "الكوز" "والقنابات" الزهرية وضاءة اللون أحيانا . مثال ذلك : قنابات النبات المعروف فى مصر ببنت القنصل (يوفوربيا) .

(د) الأوراق الزهرية — الأوراق الخاصة التى تكوّن أهم أجزاء الزهرة يقال لها "الأوراق الزهرية" (أنظر الفصل الآتى) .

(هـ) الشوك الورقى (Leaf-spines) — فى بعض الشجيرات والأشجار توجد فروع تكون قد تنوعت حتى أصبحت شوكا قصيرا صلبا . فأما كون هذا الشوك فروعا أو غصونا فظاهر من أنه فى الغالب يحمل أوراقا صغيرة وبراعم ولكن فى بعض النباتات كالتين الشوكى لا يكون الشوك بالطبع فروعا بل أوراقا

معدولة لأنه يغلب ظهور براعم وسوق فى آباطها وفى بعض الأحوال تشاهد كل أدوار التنقل فى التنوع بين الورقة العادية والشوكة المتفرعة على نفس النبات .

(و) المحاليق الورقية (Leaf tendrils) — فى الفول الرومى وفى البازلاء (شكل ٢٨) تتنوع الوريقات الطرفية فتصبح خيوطا رفيعة تسمى "محاليق" وهذه المحاليق تشعر بالملامسة فتلتف حول أى شىء صغير تلمسه وفى بعض النباتات كالكروم وزهرة الآلام (Passion flower) لا تكون المحاليق أوراقا بل غصونا متنوعة .

تج ٣٥ : افحص فلقات بوادر الحشائش التى تنبت فى أراضى البساتين وفى الأراضى الزراعية ولاحظ الفرق بينها وبين الأوراق الخوصية الأولى .

افحص فلقات بوادر الغلات الحقلية الشائعة .

تج ٣٦ : افحص حراشيف بصلة ونرجسة وافحص أيضا ما على السوق الأرضية من نبات البطاطس وغيره من النباتات .

تج ٣٧ : افحص أشواك التين الشوكى والكراتيجس وهل هى أوراق أم غصون متنوعة ؟ وقارن بالتجربة ٢٧ .

تج ٣٨ : لاحظ صورة المحاليق وموضعها فى الفول الرومى والبازلاء (أولا) وهى مطلقة غالقة (وثانيا) وهى ملتفة حول دعامة .

٤ — نظام الأوراق (Leaf-arrangement) — قد تبدو الأوراق للرائى كأنها على النبات بغير نظام ولكن يتبين بعد الفحص الدقيق أنها موزعة على الساق بنظام محدود جدا يكون فى العادة ثابتا فى كل نوع من أنواع النبات ففى بعضها — كما فى "ليونوتيس" (Leonotis) وفى اللاميوم (Lamium) والجاليوم (Galium) تظهر ورقتان أو أكثر عند نفس الكعب من الساق . فتسمى كل مجموعة من الورق إذ ذاك "سوارا" (Whorl) والأفراد المكوّنة لهذا السوار تكون دائما منفصلة بعضها عن بعض بمسافات زاويّة منتظمة

(Angular) . فاذا وجدت ورقتان عند الكعب كانت كل منهما على مسافة من أختها تساوى نصف محيط الساق ، أى هما مقابل بعضهما بالدقة ولا تكونان فى جانب واحد فاذا ظهرت ثلاث أوراق عند الكعب الواحد ابتعدت كل واحدة منها عن أختها بمسافة زاويّة قدرها ١٢٠° أو ثلث المحيط وهلم جرا .

وفى كثير من السوق لاتكون الأوراق فى أساور بل تكون موزعة وهى منفردة على طول الساق بحيث لا تنشأ عند كل كعب إلا ورقة . مثل هذا النظام يسمى "بالمتبادل اللولبى" أو (Spiral) واذا رسم خط من قاع الفرخ الى رأسه بحيث يمرّ بقاعدة كل ورقة على التتابع رسم الخط لولبيا . واذا قيست المسافات بين الأوراق على طول الساق وجد أنها مختلفة فبعضها يكون على مسافة قيراط من بعضه وبعضها على مسافة قيراطين أو يزيدان على أن مسافاتها الزاويّة الكائنة بين الأوراق تكون محدودة ومنتظمة كما هو الحال فى النباتات ذات النظام السوارى ويعبر عن الافتراق أو مسافة الزاوية فى العادة بكسر من المحيط . ففى النجيليات يكون الافتراق $\frac{1}{2}$ أى أن اللولب فى مروره من ورقة لأخرى يلف حول نصف محيط الساق وفى السرو (Cyprus) يكون الافتراق $\frac{1}{3}$ أما فى الكمثرى والبرقوق فان مسافة الزاويّة $\frac{2}{5}$ من المحيط والافتراقات التى يغلب مشاهدتها هى $\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{3}$ ، $\frac{2}{5}$ ، $\frac{3}{8}$ ، $\frac{5}{13}$. وبعد الفحص يرى أن هذه الأوراق اللولبية النظام هى فى سطور طولية مستقيمة على طول السوق . والنباتات ذات الافتراق الذى يساوى $\frac{1}{2}$ المحيط يكون لها سطران وما كان الافتراق فيها $\frac{1}{3}$ ثلاثة أسطر وما كان $\frac{2}{5}$ خمسة أسطر وهلم جرا تبعا لما يدل عليه رقم المقام من الكسور .

اذا انتخبنا أى ورقة من سطر من الأسطر وتتبعنا طريق اللولب حول الساق وهو يلمس كل ورقة متتالية حتى يصل الى ورقة أخرى على نفس السطر كان عدد الورقات الملموسة من غير أن نعدّ الورقة التى منها ابتدأنا

مساويا لرقم المقام من الكسور الدالة على مقدار الافتراق الزاوى وكان البسط دالا على عدد اللفات الكاملة التى يسير فيها اللولب حول الساق . مثال ذلك : اذا كان افتراق زوايا الأوراق على فرخ شجرة كمثرى $\frac{2}{5}$ وانتخبنا ورقة بمثابة نقطة للابتداء فان الخط اللولبى يمرّ مرتين حول الساق حتى يصل الى الورقة الثانية من نفس السطر وفى سيره كذلك يلمس قواعد خمس أوراق . ولكى يمكن معرفة نظام الأوراق على أى فرخ يجب ملاحظة قواعد الأوراق لا النصول إذ أن موقع النصول انما يتأثر بمؤثرات خارجية ولا سيما بالضوء وبقوة الثقل . وقد يحدث أن تلتوى السوق أثناء نموها فيترتب على ذلك انتقال الأوراق من مواضعها الطبيعية ، هذا وانتظام الأوراق على السوق يتوقف على ما فى النبات الحى من القوى الباطنية فبنمو النبات على هذه الحالة تكون جميع الأوراق معرضة بالتساوى للضوء والهواء ويكون وقوفها فى سبيل احتياجات غيرها أقل منه فيما لو كانت موزعة بلا انتظام .

تج ٣٩ : الخص نظام الأوراق على فراخ النباتات الشائعة فى الحقول وعلى الأشجار والحشائش وصفها .

٥ — نظام البراعم (Bud-arrangement) — بما أن البراعم تنشأ عادة فى آباط الأوراق فان نظام البراعم على الأشجار فى الشتاء يكون مشابها لنظام الأوراق فى الصيف الذى سبق .

ولا شك أن معرفة موضع البراعم ونظامها على فراخ النباتات معرفة دقيقة أمر مهم فى عملية التقليم التى يراد بها حمل البراعم على أن تفرخ فروعا تتجه فى سبيل معينة .

٦ — اعبال الورق (Leaf-fall) أى سقوطه : "دائمة الاخضرار" (Evergreens) — فى غالب الأشجار والشجيرات ذات الأوراق العريضة التى تنمو فى المناطق المعتدلة تعيش الأوراق التى تخرج من البراعم فى الربيع مدة

فصل نمو واحد ثم تسقط جميعها قبل دخول النباتات فى دور استراحة فى الشتاء التالى . على أن بعض الشجيرات والأشجار تكون مكسوة بأوراق خضراء فى جميع أوقات السنة . وتسمى هذه النباتات "بدائمة الاخضرار" . ففى هذه النباتات لا تنفض الأوراق المتكونة فى الربيع من البراعم فى فصل الخريف أو الشتاء ولكنها تبق أحيانا بضعة فصول قبل موتها الذى يعقبه الاعبال . ويتوقف طول الزمن الذى تمكثه ورقة ما يسمى "بدائم الاخضرار" من النبات بعد نشوئها على نوع الشجرة وعلى المناخ والموقع والتربة وغير ذلك من الشرائط .

ففى الحناء مثلا تبق الأوراق فى الغالب على العساليج أثناء الشتاء وتسقط عند تفتح براعم جديدة فى الربيع وفى بعض المخروطيات لا تعبل الأشجار حتى تبلغ من العمر عشر سنين أو أكثر .

وتنفصل الورقة عادة من الفرخ الذى يحملها عند نقطة قريبة منه . وتبق مكانها على الفرخ علامة ظاهرة تسمى " ندبة الورقة " . وتتقى المخاطر التى تنشأ من وجود جرح مفتوح بتكوّن طبقة واقية من الفلين فوق سطح الندبة وهذه الطبقة تنشأ قبل سقوط الورقة بالفعل بمدة ما .

وليس اعبال الورق مجرّد وقوع الميت الذابل منه ولكنه عمليه فيسيولوجية مستقلة لا تحصل فى الأوراق التى تقتل قبل بلوغها بفعل الصقيع أو الحرارة المفرطة . وفضلا عن ذلك فان الأوراق لا تسقط فى أوائل الصيف من فروع الأشجار والشجيرات التى تتكسر أو تقطع .

تج ٤٠ : لاحظ طريقة أعبال الورق فى الشائع من الشجيرات والأشجار والتفت الى ما كان منها ذا أوراق مركبة . لاحظ شكل الندوب الورقية وحجمها . حاول تقدير الزمن الذى تمكثه الأوراق على أشجار التنوب (Fr) والحناء والصنوبر وغير ذلك من النباتات دائمة الاخضرار .

الفصل السادس

الزهرة

١ — ان الجذر والساق والأوراق الخضراء التى دار عليها البحث فى الفصول الثلاثة السابقة يطلق عليها اسم "الأعضاء الخضرية" . على أننا ان كنا قد عنينا منها بأمر تشريحها أو أصلها وبشكلها ونسبة بعضها الى بعض يحسن بنا أن نشير هنا الى أن العمل الذى تقوم به هذه الأعضاء لمنفعة النبات انما هو مختص على الأخص بحفظ حياة الفرد الذى يحمل هذه الأعضاء .

٢ — على أنه لايلبث عاجلا أو آجلا أن تنشأ ازهار على النبات وظيفتها الخاصة التناسل . يتولد فى هذه الأزهار بزور تشتمل على أجنة قادرة على النشوء حتى تصبح جيلا آخر من النباتات عند سنوح الفرصة .

ولا بد لنا قبل البحث فى عمل الزهرة أن نتعرف شكل أجزائها وترتيبها ولذلك يجدر أن نبدأ بدراسة مثل بسيط منها كزهرة الشليك الشائعة وإليك قطاعا منها (شكل ٢٩) .

فى وسط الزهرة يرى محور مخروطى الشكل ذو حافة منبسطة حول قاعدته . وهذا المحور هو ملحق بالعثكال أو السويقة الزهرية يسمى "الحامل الزهرى" (Receptacle) أو "قرص الزهرة" (Torus) . وعليه يوجد عدد كبير من الزوائد الجانبية مرتبا ترتيبا خاصا ويوجد من هذه الزوائد أربعة أشكال . فأدناها أى أبعدها من قمة القرص زوائد خضراء فى لونها وتشبه فى ظاهرها أوراقا

بسيطة صغيرة سوية سليمة وهذه متصلة بالسطح الأسفل من الحافة المنبسطة . ويوجد من هذه الزوائد عشر مرتبة فى سوارين كل منهما يشمل خمسا . والسواران أحدهما فوق الآخر . فالسوار الأعلى يسمى "كأس الزهرة" (Calyx) وكل عضو من مكوناته يسمى "سبلة" (Sepal) ويسمى السوار الأسفل "بالكأس السفلى" .

ويوجد فوق السبلة مباشرة خمس أوراق بيضاء عريضة متعاقبة مع السبلات وموضوعة على حدّ الحافة المنبسطة . هذه الأوراق هى البتلات (Petals) التى يتكوّن من مجموعها تويج الزهرة (Corolla) .

فى باطن سوار البتلات توجد الأسدية أو الأوابر (Stamens) [1] وهى عديدة . وتشتمل كل سداة أو آبرة على ساق أشبه شئ بالخيط وهذه الساق تحمل على طرفها جسما صغيرا منتفخا . ومجموع الأسدية أو الأوابر يسمى "الاندروسيوم" (Andrcium) .

وفى مركز الزهرة على الجزء المخروطى المرتفع من القرص يوجد متسق من أجسام صغيرة خضراء اللون أو سمراء على شكل الدورق وكل منها أجوف . هنا أى فى باطن هذه الأجسام الدورقية تتكوّن بزور النبات وكل من هذه الأجسام يسمى "القربلة" (Carpel) ويسمى مجموع هذه القربلات "بجيناسيوم الزهرة" (Gynœcium) [2] أى خدر الزهرة .

٣ — هذا وزهرة النبات وان كانت مختلفة من وجوه عدة عن أى شئ فحصناه فيما سبق إلا أنها فى الحقيقة شكل من أشكال الفرخ البسيط أو الساق عليها

(١) من أبر النخل أى أمده بالطلع (المعرب)

(٢) جيناسيوم معناه بيت المرأة — كذا فسّره صاحب القاموس النباتى فلا جناح أن نسميا "خدرا" (الخدر بيت المرأة) . المعرب .

أوراق . على أن أجزاءها جميعها قد تنوّعت لتقوم بمهمة تكوين البزور . ومشابهتها لفرخ نباتى بسيط ذى سلاميات قصيرة غير مدركة لأول وهلة وانما يظهر ذلك من درس أصلها وموضعها على النبات ومن فحص الأزهار التى تشوهها الظروف . تشغل الزهرة من النبات مكان فرخ منه وهى تنشأ إما على قمة ساق أو فى أبط ورقة . وقرصها ، وان كان يقف فى العادة عن النموّ فى زمن قريب ، يستمر فى الغالب فى نموّه من خلال مركز الزهرة ويتكشف بعد ذلك عن فرخ نباتى مورق . وتشغل السبلات والبتلات والأوابر والقربلات مكان الأوراق على القرص أو محور الزهرة . وهى زوائد جانبية من القرص تعرف "بالأوراق الزهرية" (Floral leaves) . وزد على ذلك أن الصورة الورقية فى السبلات والبتلات تكون فى العادة ظاهرة . وفيما يسمى بالأزهار المزدوجة تبدو الأوابر والقربلات بعضها أو كلها كأنها بتلات .

٤ — نظام الأوراق الزهرية وتناظرها وعددها : اذا انتظمت الأوراق الزهرية جميعها فى أساور سميت الزهرة "سوارية" (Cyclic) فاذا كانت على خط لولبى على القرص سميت "غير سوارية" (Acyclic) ويطلق لفظ "نصف سوارية" (Hemicyclic) على ما كان نصف أوراقها على شكل سوار ونصفها على شكل لولب .

وفى العادة تكون الأساور المتوالية متبادلة بعضها مع بعض . فالبتلات مثلا لا تكون بازاء السبلات بل تشغل المسافات الكائنة بين الواحدة والتى قبلها من السبلات وكذلك الأسدية تتبادل مع البتلات وتتبادل القربلات مع الأسدية .

وكثيرا ما تكون أفراد كل سوار منفرد متشابهة فى أشكالها وحجمها . فاذا كانت الزهرة كذلك سميت "منتظمة" فأما اذا لم يكن الأمر كذلك كما فى البازلاء

والبنفسج حيث يكون بعض البتلات أكبر من بعض فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير منتظمة".

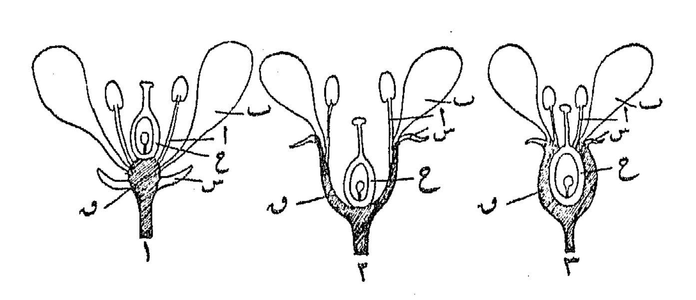
وكل تلك الأزهار التى يمكن أن تقسم نصفين متساويين ومتشابهين بمستوى يمرّ وسط محور القرص تسمى "متناظرة" (Symmetrical) والأزهار المنتظمة يمكن أن تقسم فى العادة نصفين بواسطة مستويات تمرّ وسط المحور فى جهات مختلفة عدة وتسمى "أزهارا متشععة" (Actinomorphic) أوكوكبية ومن الأمثلة على ذلك زهرة "الاستلاريا" (Stellaria) والخشخاش والكرنب. فأما ما يمكن تقسيمه قسمين متساويين فى اتجاه واحد فقط فتسمى (Zygomorphic) أوفلقية مثل زهر الفول والبازلاء.

وعدد الأفراد المكوّنة لكل سوار فى الزهرة عرضة لكثير من التغيرات ولكن سيتبين أن كل سوار من ذوات الفلقة المفردة من النباتات يشتمل على ثلاث ورقات زهرية أو على مضاعف بسيط لهذا العدد (مثل ستة وتسعة). فأما فى ذوات الفلقتين من النباتات فالأوراق الزهرية تكون رباع أو خماس.

والزهرة الأنموذجية التى سبق شرحها تشتمل على أربعة أنواع من الأوراق الزهرية متميزة بعضها عن بعض. وتسمى "زهرة كاملة" وقد توجد أزهار يكون مفقودا منها متسق واحد أو أكثر من الأوراق الزهرية سواء كان ذلك المتسق هو الكاس أو التويج أو الأندروسيوم أو خدر الزهرة. فاذا وجد مثل هذا فالزهرة إذ ذاك تسمى "غير كاملة". مثال ذلك: زهر الخروع والصفصاف.

٥ — القرص الزهرى — يكون القرص الزهرى فى الكرنب محورا مخروطيا وتكون أساور الأوراق الزهرية مرتبة عليه على مستويات متدرجة الى أعلا ويكون خدر الزهرة فى أعلى نقطها والكأس فى أدناها وبينهما التويج والاندروسيوم.

(شكل ٢٩)



(شكل ٣٠)

قطاع رأسى بيانى مارف (١) زهرة هيبوجينية أى سفلية الالتحام ؛ (٢) زهرة بريجينية أى دائرية الالتحام ؛ (٣) زهرة ابيجينية أى علوية الالتحام (ق) القرص الزهرى (س) سبلة الكأس (ب) بتلة التويج (أ) سداة من مجمع الاسدية أى المأبر (خ) خدر.

والقرص فى كثير من الأحوال أغلظ من هذا وأقصر ولكن الموضع النسبي للأجزاء التى عليه يكون واحدا وللأزهار التى كزهرة الكرنب، والخشخاش والفجل تويجات واندروسيومات مغروزة على القرص عند مستوى أدنى من الخدر ومفصولة عنه تسمى "هيپوجينية" (Hypogynous) أى سفلية الالتحام ويوصف الخدر إذ ذاك بأنه علوى (رقم ١ . شكل ٣٠) .

فى المشمش تقف قمة القرص عن النمو مبكرة ، ولكن الأجزاء التى تكون تحت القمة تنمو حولها وتكوّن إذ ذاك بجوة على شكل حوض توجد الكأس والتويج الأسدية مصفوفة على حافته .

والخدر وهو مكوّن من قربلة بسيطة منفصلة موضوع عند قاع هذا القرص الأجوف (رقم ٢ . شكل ٣٠) إذ أن هذه النقطة هى القمة الحقيقية من المحور الزهرى .

فالأزهار التى يكون فيها التويج الأسدية مرتبة على حافة قرص أجوف قليلا أو كثيرا ومحيطة بالخدر المنفصل تسمى "پريجينية" (Perigyuous) بريجية أى دائرة الالتحام ويوصف الخدر إذ ذاك بأنه علوى كما فى الازهار الهيپوجينية (السفلية الالتحام) ومن الأمثلة على ذلك أزهار البرقوق والشليك . وجزء القرص الذى يحمل الخدر فى الشليك كتلة صلبة ، ولكن باقى القرص يكوّن حول هذا الخدر حافة منبسطة تحمل البتلات الأسدية .

وفى بعض الأزهار يكون القرص أجوف كما فى المشمش ولكن القربلات تكون فى هذه الحالة مكتنفة بجدران القرص اكتنافا وملتصقة به التصاقا تاما لاسائبة منه حتى يبدو القرص والخدر كأنهما جسم واحد وتكون مبيضات القربلات دفينة فى القرص لاتظهر منها إلا مياسمها (Stigmas) وتكون أجزاؤها

العليا منفصلة بعضها عن بعض. فى مثل هذه الأزهار تلوح السبلات والبتلات والأسدية كأنها قد تكونت على الجزء الأعلى من الخدر أو على مبيضه والحقيقة أنها تخرج من القرص الذى يحيط بالمبيض جميعه ويكون متحدا به اتحادا تاما.
والأزهار التى من هذا النوع تسمى "أبيجينية" (Epigynous) أى فوقية الالتحام ويكون الخدر إذ ذاك سفليا (رقم ٢ . شكل ٣٠).

ومن الأمثلة على ذلك أزهار التفاح والكمثرى والجوّافة والجزر. ولا يمكن معرفة حدود الخدر والقرص على حقيقتها أو رؤيتها فى الأزهار المستكملة النمو. وفى بعض الأحوال لا تمكن التفرقة بينهما على أن الوصف السابق والرسم التخطيطى (شكل ٣٠) كافيان لمساعدة الطالب على تمييز الأزهار الفوقية الالتحام من سفليته ودائريته.

٦ — الأجزاء غير الأساسية من الزهرة: الكم (Perianth) — أساور الكأس والتويج من الأوراق الزهرية تكوّن مايسمى "كِمّ الزهرة" (Perianth). وبما أنها لا عمل لها مباشرة فى تكوين البزور فقد سميت "بالأجزاء غير الأساسية من الزهرة".

واذا كان أحد أساور الكم مفقودا كما فى زهرة الزربيح (فسا الكلاب) (Chenopodium). وشقائق النعمان سميت الزهرة وحيدة السوار (Honochlamydeous) واذا غاب منه كلا الكأس والتويج سميت الزهرة "عارية" أو "عاطلة" (Achlamydeous) كما هو الحال فى أزهار الصفصاف.

٧ — الكأس — تكوّن الكأس غطاء واقيا لباقى أجزاء الزهرة فى طفولتها وهذه الكأس إما أن تسقط عند تفتح الزهرة وتسمى إذ ذاك "بالكأس الساقطة" (Caducous) أو تبقى ملتصقة بالقرص لمدة غير محدودة فتسمى "بالكأس

الثابتة" (Persistent). والكأس فى العادة خضراء اللون ولكن ربما تلونت بلون آخر فسميت "بتلية" (Petaloid) والكأس التى تشتمل على سبلات سائبات كما فى زهرة الكرنب يقال لها سائبة السبلات (Polysepalous) أما ما كانت سبلاتها متحدة كما فى زهرة الباذلاء فتسمى "متحدة السبلات" (Gamosepalous).

أما فى الجعضيض وعباد الشمس والطرطوقة وغيرها من نباتات الفصيلة المركبة (Compositœ) فتكون الكأس على شكل حلقة من الشعر تعرف "بالكأس" الزغبية (Pappus) وهذه تستكمل نموها بعد ذبول التويج مباشرة وتساعد الريح على حمل البزور فى علها الى مسافات بعيدة.

٨ — التويج — هذا الجزء من الزهرة يكون فى العادة زاهر اللون ووظيفته جذب الحشرات واذا كانت البتلات المكوّنة له منفردة بعضها عن بعض كما فى زهر الشليك والورد سمى التويج "سائب البتلات" (Polypetalous) فأما اذا كانت البتلات متحدة فالتويج يسمى "متحد البتلات" (Gamopetalous) كما فى زهرة العليق، والداتورة.

الأجزاء الأساسية من الزهرة

٩ — الاندروسيوم (المأبر) والجينيسوم (الخدر) مختصان مباشرة بتكوين البزور كما سيأتى القول (فصل ٢٢) وتسمى لذلك "بالأجزاء الأساسية من الزهرة".

١٠ — المأبر — يشتمل المأبر على أوابر أى أسدية كل منها كما سبق القول ورقة معدولة وان كان ظاهرها وبناؤها مخالفا جدّ المخالفة للبتلات والسبلات المكوّنة للكم. والسداة تشتمل فى العادة على جزء كثير الاستطالة أو قليلها أشبه شئ بالخيط يسمى "الخويط" (Filament). يحيط به جزء أسمك منتفخ يسمى "المتك" (Anther) (شكل ٣١). والمتك يشتمل على

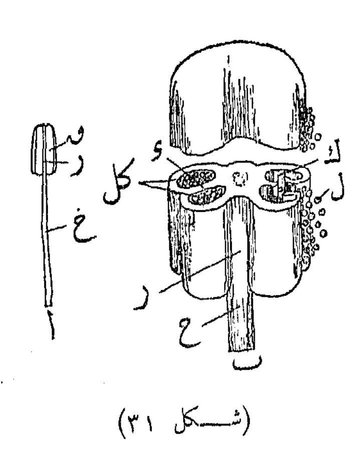
نصفين مستطيلين نوعا هما فصا المتك (Anther-lobes) (ا) وهذان متآزيان فى العادة على الجزء الأعلى من الخويط . وجزء الخويط الذى يصل الفصين بعضهما ببعض يسمى "الرابط" (ر) .

وفى باطن كل فص متكى على استطالته حجرتان أو تجويفان يسمى كل منهما "وعاء الطلع" (Pollen-sacs) يتولد اللقاح فيهما عادة على شكل حبوب سائبة كرية أو بيضية تسمى "الكفرى" أو "حبوب اللقاح" . وهذه الحبوب تكون وهى فى حالة الطفولة محصورة فى فصى المتك حصرا تاما ولكن بعد ابتسام الزهرة بزمن ما يتمزق الحاجز الكائن بين وعائى الطلع وينفتح فصا المتك بشقين طوليين على طول لحمة الوعائين . (ب . شكل ٣١) فتنطلق حبوب اللقاح على شكل دقيق وفى بعض الأحوال تنبثق حبوب اللقاح من مسام أشبه شئ بالصمام بالقرب من رأس المتك .

ويغلب أن تكون الأسدية ظاهرة وسائبة تماما بعضها من بعض كما فى زهرة الشليك ، ولكن خويطات الأسدية فى بعض الأزهار تكون متحدة ولا يكون سائبا منها إلا المتوك . فاذا كانت الخويطات كلها متحدة سميت الأسدية "وحيدة الحزم الخويطية" (Monadelphous) فأما اذا كانت هناك رزمتان من الأسدية المتحدة أو أكثر سميت "ثنائية الحزم الخويطية" (Diadelphous) و "متعددة الحزم الخويطية" (Polyadelphous) على التوالى .

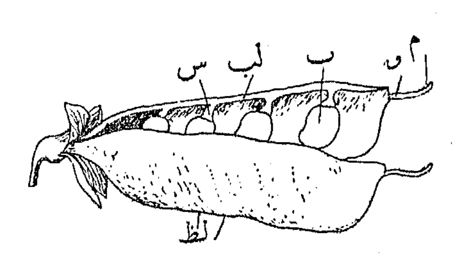
فى أزهار الطرطوفة وعباد الشمس والقرطم والعصفر والخس وأكثر نباتات الفصيلة المركبة تكون المتوك متحدة والخويطات سائبة ومثل هذه الأسدية تسمى "حلقية" (Syngenesious) .

والأسدية المتصلة بالبتلات كما فى زهرة البطاطس تسمى "مندغمة" (Epipetalous) فيها .



(شـــكل ٣١)

(ا) شكل عادى من السداة : (خ) خويط (ف) نص متكى (ر) الرابط . (ب) منظر بناء السداة من الداخل (خ) خويط (ر) الرابط على جانبيه الفصان المتكيان ، (كل) كيسا اللقاح بينهما حاجز (ى) والمتك صغير السن ؛ وفى اليمين يرى الفص المتكى وقد نشقق واطلق حبوب اللقاح (ل) ، (ك) كيس لقاح فارغ .



(شـــكل ٣٢)

قرنة بازلاء (قربلة مفردة) . لب = لحام بطنى أوانسى ، لظ = لحام ظهرى أو وحشى ، ق = قلم ، م = سطح ميسمى ، س = سر البزرة ، ب = بزرة .

١١ — الخدر — الخدر مكوّن من قربلات كل منها يشتمل فى العادة على ثلاثة أجزاء (١) جزء أجوف منتفخ يقال له "المبيض" (Ovary) (٢) جزء رفيع مستطيل قليـــلا أو كثيرا يسمى "القلم" (Style) يوجد (٣) الميسم (Stigma) على رأسه . وفى كثير من الأحوال يكون القلم مفقودا وعلى ذلك يكون الميسم جالسا (Sessile) على الجزء العلوى من المبيض مباشرة . وفى جوف المبيض توجد أجسام صـغيرة كرية الشـكل أو بيضية تسمى "بيضات" (Ovules) وهذه تمو وترتقى بظروف خاصة سنذكرها بعد حتى تصبح بزورا . والجزء الكائن فى المبيض والذى تكون البيضات محمولة عليه يسمى "بالمشيمة" (Placenta) . وقد تعتبر القربلة ورقة مطوية على استـطالة العير وملتحمة عند حافتيها . ويسمى الخط المعادل للحافتين الملتحمتين من الورقة "لحام القربلة البطنى" أو "الانسى" (Ventral suture) وعلى استطالة هذا اللحام تكون البيضات متصلة فى صفين يتبع كل حافة منهما صف . والخط المعادل لعير الورقة المطوية يسمى "باللحام الظهرى" أو "الوحشى" (Dorsal suture)

هـذه الأجزاء يمكن رؤيتها مباشرة فى قرنة البازلاء (شكل ٣٢) التى تشبه ورقة خضراء مطوية شبها كبيرا .

وقد يشتمل الخدر على قربلات منفصلة كما فى الورد والشليك وفى هـذه الحالة يسمى "سائب القربلات" (Apocarpous) ولكن يغلب اتحاد القربلات ويسمى الخدر لذلك "متحد القربلات" (Syncarpous) (رقم ٢ . شكل ٣٣) ومقدار الاتحاد بين القربلات مختلف ولكن تكثر غلبـة اتحاد المبيضات اتحادا تاما حتى تكوّن مبيضا واحدا مشتركا . وفى هـذه الأحوال تكون الأقلام فى العادة متحدة وتكوّن قلما واحدا مشتركا وتبقى المياسم المقابلة لهـا سائبة وإذا التحمت قربلات الخدر المتحد بحافتها كما فى رقم ٣ . شكل (٣٣) فانه

(شــــكل ٣٣)

(١) خدر مركب من قربلة واحدة . لب = لحام بطنى ، ب = بيضات ، ق = قلم ، م = ميسم (٢) خدر متحد القــربلات مركب من ثلاث قربلات متحدة اتحادا تاما ، ب = مبيض ، ق = قلم ، م = ميسم . (٣) قطاع عرضى من خدر متحد القربلات مبيضه و حيد الجوف . ح = امتــداد احدى القربلات المتحدة ؛ وترى البيضات على مشــيمات جدارية .

(٤) قطاع عرضى من خدر متحد القربلات مثلث الأجواف . و= جوف ؛ حا = حاجز ، ح = امتداد قربلة متحدة . وترى البيضات على مشيمات محورية .

لايكون للبيض إلا تجويف واحدو يسمى المبيض حينئذ "وحيد الجوف" (Unilocular) وقدتكون القربلات فى غير ذلك مطوية بحيث تتقابل الحافات فى وســط المبيض وتكون الأجزاء المتحدة حواجز (Dissepiments) تقسم المبيض المشــترك تجـاويف عدة (رقم ٤ . شـــكل ٣٣) وتسمى هــذه المبيضات "متعــددة الأجواف" (Multilicular) و يعادل كل جوف منها قربلة مستقلة .

وقد لا يكون عدد التجاويف داخل المبيض معادلا لعدد القربلات الموجودة فيه لوجود حواجز لم تكوّن من اتحاد جدارى قربلتين متجاورتين بل من نمو جزء من جدار المبيض الى الداخل فاذا كان الأمر كذلك سميت الحواجز "كاذبة". ومن الأمثلة عليها الفاصل الذى يقسم المبيض فى الفصيلة الصليبية .

١٢ — "النظام المشيمى" (Placentation) ان نظام المشيمات أو النقط التى تنشأ منهـا البو يضات داخل المبيض يقال له " النظـام المشــيمى " . فاذا كانت البيضـات متسقة فى صفوف على جدار المبيض كما فى رقم ٣ . شكل (٣٨) سمى النظام "جداريا" (Parietal) .

وفى المبيضات المتعددة الأجواف كما فى رقم ٤ . شكل (٣٣) تكون البيضات فى العادة فى الزوايا الحادثة عند المركز من اتحاد حافات القربلات و يسمى النظام المشيمى إذ ذاك "محوريا" (Axile) .

وفى الفصائل النباتية التى منها عين الجمل والاستلاريا تكون البيضات متصلة بالمشيمة وهــذه تنشأ على شكل عمود قصير من قاعدة المبيض وليس لهـا اتصـال بالجوانب و يعرف هذا النظام "بالنظام المشيمى المركزى الســائب" (Free Central Placentation) .

١٣ — متحدة الجنس ومنفردة الجنس من الأزهار: اذا وجد فى الزهرة الواحدة كلا الجزئين الاساسيين "المأبر" و"الخدر" سميت "متحدة الجنس" (Monoclinous) كما هو الحال فى الشليك والجرجير والقطن وغالب أنواع النباتات الشائعة. وقد يقال لها أحيانا "كاملة" أو "خنثى" (Hermaphrodite) أو "ثنائية الجنس".

وقد يفقد من بعض الأزهار مثل أزهار الخيار والقاوون والخروع والصفصاف أحد الجزءين الاساسيين فتسمى الزهرة "منفردة الجنس" (Diclinous) أو "غير كاملة" أو "أحادية الجنس" وقد تكون الأزهار الأحادية الجنس من نوعين: (١) أزهارا يكون فيها المأبر وحده موجودا وتسمى "سداتية" أو "أزهارا ذكرية" (٢) أزهارا لا يوجد فيها إلا الخدر ويقال لها "قربلية" أو "مدقية" أو "أنثية".

واذا وجد كلا نوعى الأزهار الأحادية الجنس على نفس النبات كما هو الحال فى الخيار والذرة يسمى النبات "مستقل الجنس" (Monœcious) أما النباتات التى كالباباز والصفصاف التى ينشأ بها نوعا الأزهار المنفردة على فردين منها فتسمى بالنباتات غير مستقلة الجنس (Diœcious).

تج ٤١ : يجب على التلميذ أن يفحص عددا كبيرا من الأزهار و يلاحظ خواص القرص والكأس والتويج ومجموعة الأسدية والخدر فى كل منها و يلاحظ نظام البيضات داخل المبيض.

وعليه أن يتعرف بالدقة كل الألفاظ الاصطلاحية التى استعملت فى هذا الفصل .

تج ٤٢ : افحص زهرة الفول والبازلاء والمشمش والشليك والتفاح والشقيق والقرع والخيار والطماطم والصفصاف والخروع والتين والذرة والقمح وكل ما تصل اليه اليد .

و بين أى هذه متحد الجنس وأيها منفرده واذا كان منفرد الجنس فهل النباتات مستقلة الجنس أم غير مستقلة ؟

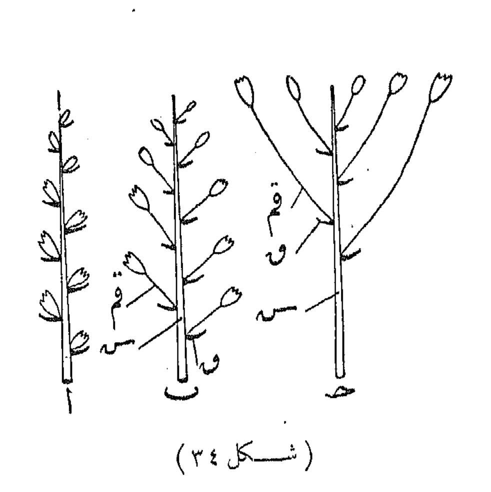
الفصل السابع

النورة (Inflorescence)

تحمل الأزهار فى كثير من النباتات مفردة طرفية فى نهاية المحور الأصلى كما فى الخشخاش أو تحمل وهى مفردة جانبية فى أباط الأوراق الخوصية من الساق أو فروعه كما فى نبات الأناجاليس (Anagallis) والهبيسكوس (Hibiscus) . مثل هذه الأزهار تسمى "وحيدة" .

على أن الأزهار تكون فى أغلب الأحوال مجتمعة ومحتشدة على فرخ خاص أو محور من النبات كما هو الحال فى الفول والبرسيم والبصل ويعرف مثل هذا الفرع وأزهاره "بالنورة" وتعرف أوراق هذا الفرخ التى نشأت الأزهار فى أباطها "بالقنابات" (Bracts) أنظر (صفحة ٥٩) ويسمى محور النورة "بالعذق" أو "الشمراخ" (Peduncle) وكل من متفرعاتها "بالقمع" (Pedicel) (ب . شكل ٣٤) والأجسام الشبيهة بالأوراق الكائنة على هذه القموع تسمى "القنيبات" (Bracteoles) ومن النورة أشكال كثيرة تختلف فى طريقة تفرعها وفى طول محاورها وغلظها وكذا فى وجود قموعها وعدمها وغير ذلك وتنقسم النورات قسمين : (١) نورات غير محدودة (٢) نورات محدودة : تبعا لطرق التفرع المذكورة فى صفحتى (٣٧و٣٨)

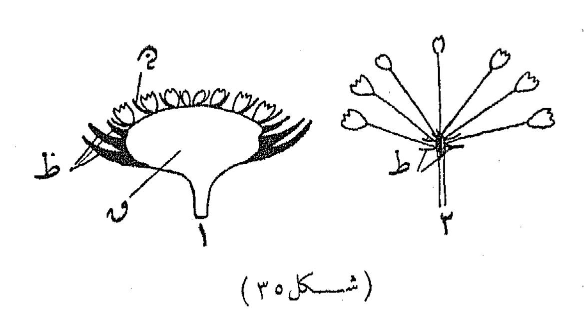
١ — النورات غير المحدودة — فى هذا النوع يحمل المحور الأصلى أو الشمراخ أزهارا جانبية جالسة (Sessile) أو أزهارا لها قموع وكلاهما نام على التعاقب القمى أى أن أصغر الأزهار يكون أقربها من القمة وأكبرها أقربها من قاعدة الشمراخ فاذا كانت الأزهار جالسة أو كانت محمولة على القموع



(شـــكل ٣٤)

نورة غير محدودة ذات محور مستطيل .

(أ) السنبلة . (ب) العنقود . (حـ) القنو ؛ ق = قنابة ؛ ش = شمراخ ؛ قم = قمع .



(شـــكل ٣٥)

نورات غير محدودة ذات محاور قصيرة . (١) هامة . ق = قرص زهرى ؛ ظ = قلافة الهامة ؛ ن = قنيبة قشرية الشكل أى الأتب . (٢) خيمة بسيطة ؛ ط = قلافة القنابات .

مباشرة أى على الفروع الجانبيــة التى من الدرجة الأولى سميت النـــورة "بسيطة" فأما اذا تفرع المحور الأصلى غير مرة قبل أن يحمل الأزهار فالنورة مركبة (شكل ٣٦) .

(أ) النورات البسيطة غير المحدودة فى هذه النورات يحمل المحور الأصلى أزهارا إما جالسة أو ذات قموع :

(١) نورات ذات محور مستطيل وأزهار جالسة .

السنبلة (The Spike) — (رقم ١ . شكل ٣٤) وترى فى نبات لسان الحمل . وأجزاء النورة فى أكثر النجيليات سنابل صغيرة أى سنيبلات .

الاغريض (Spadix) — نوع من السنابل له محور شحم ثخين وقد يشتمل على قنابات كبيرة تسمى "الكفرى" (Spathe) كما فى النخيل والزنبق البوقى .

الهرية (Catkin) — نورة سنبلية الشكل تحمــل أزهارا أحادية الجنس (Unisexual) وتوجد الهرية الســـداتية وكذا الهرية القربلية على فراخ الصفصاف .

وفى بعض النباتات تكون الهريات نورات مركبة .

(٢) نورات ذات محور مستطيل وأزهار ذات أعواد .

العنقود (Raceme) — (رقم ٢ . شكل ٣٤) . فى هذا النوع من النورة تكون الأعواد الزهرية أى القموع متساوية الطول تقريبا ومن الأمثلة على ذلك نورات المنثور والسنابدراجون (Snapdragon) والميجنونيت (Mignonette) .

والقنو (Corymb) — (رقم ٣ . شكل ٣٤) نورة قموعها مختلفة الطول فما كان منها عند القاعدة فهو أطولها ثم تتلوها قموع أقصر منها على التصاعد . وتكون فيــه الأزهار جميعها على منسوب واحد تقريبا . ومن أمثلة ذلك ما يوجد فى كثير من نبــاتات الفصيلة الصليبية .

(٣) نورات ذات محور قصيرة وأزهار جالسة .

الهامة (Capitulum) — (رقم ١ . شكل ٣٥) تشتمل على شمراخ قصير غليظ يسمى "القرص" (Receptacle) (ں) عليه أزهار جالسة صغيرة محتشدة بعضها الى جانب بعض ومن أمثلتها مايوجد فى نبات الخرشوف ونبات الحعضيض والفصيلة المركبة بأجمعها . ويحيط فى العادة واحد أو أكثر من أساور متكاثفة من القنابات بكل الهامة وتسمى هذه الأساور مجتمعة "بقلافة الهامة" (Involure) وكثير ما ترى قنابة صغيرة أشبه بقشرة السمك تسمى "الاتب" (Palea) مرتفقة بكل زهرة من أزهار الهامة .

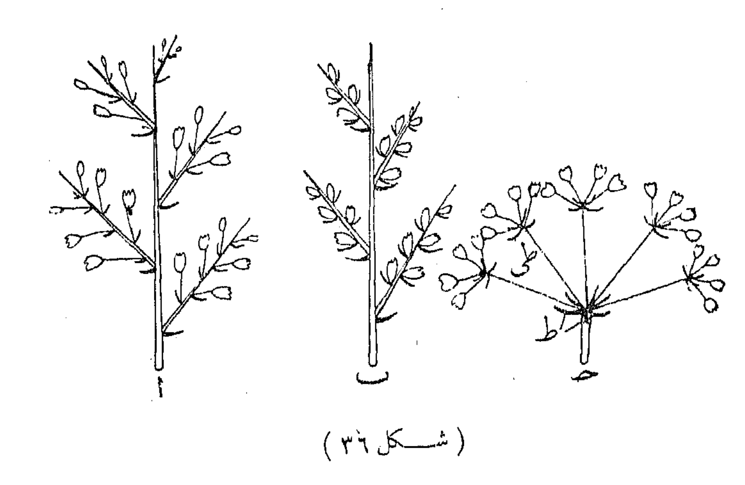
(٤) نورات ذات محور قصير وأزهار ذات أعواد .

الخيمة (Umbel) — (رقم ٢ . شكل ٣٥) فى هذا النوع يكون المحور الأصلى قصيرا ويحمل عددا من الأزهار ذات أعواد أى قموع من طول واحد ومثالها نورة حبل المساكين (Ivy) والبصل . (ب) النورات المركبة غير المحدودة فى هذه النورات لا يحمل المحور الأصلى أزهارا جالسة أو ذات أعواد مباشرة ولكنه يحمل فروعا جانبية هى فى ذاتها نورات .

(١) نورات ذات محور أصلى مستطيل .

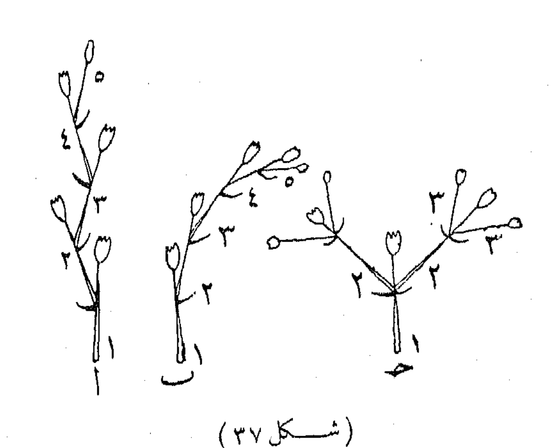
الدالية (Panicle) — (رقم ١ . شكل ٣٦) فى هذا النوع من النورات المركبة تكون الفروع الجانبية للمحور الأصلى عناقيد أى نورات غير محدودة وأكثر تعقدا فى تفرعها ولها أزهار ذات أعواد . مثال ذلك : نورة العنب .

السنبلة المركبة — (رقم ٢ . شكل ٣٦) تحمل نورات جانبية كل منها سنبلة ومثال ذلك : نورة القمح وفى كثير من النجيليات الأخرى تكون النورات دوالى من السنبيلات ولكن يطلق عليها اسم "دوالى" فقط .



(شـــكل ٣٦)

(ا) نورة مركبة ، الدالية أو العنقود المركب ، (ب) السنبلة المركبة ، (ح) الخيمة المركبة ، ط = قلافة ؛ طى = قليفة .



(شـــكل ٣٧)

نورات محدودة ، ا ،ب = وحيد الشعبة الكاذبة ، ح = كاذب الشعبتين ، ١ المحور الأصلى ، (٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥) محاور النظام الثانى والثالث والرابع والخامس على التوالى .

(٢) نورات ذات محاور قصيرة .

الخيمة المركبة — (رقم ٣ ، شكل ٣٦) فى هذا النوع من النورة المركبة تكون النورة الجانبية مرصوفة على شكل خيمة وكل نورة فى ذاتها خيمة بسيطة وأمثال ذلك نوّار الجزر والبقدونس وكل أفراد الفصيلة الخيمية تقريبا .

٢ — نورات محدودة — فى هذا الصنف من النورات ينتهى المحور الأصلى بزهرة وعلى ذلك يقف نموه . فأما اذا نشأت أزهار أخرى على المحور فلا بد من خروجها من البراعم المحورية الجانبية تحت القمة . وفى العادة يحمل كل محور فرعا أو اثنين أو بضع فروع فقط تنمو بشدّة وتعلو الفرع الأصلى . وهذه المحاور الجانبية تنتهى بأزهار وتكرر عين هذا النسق من التفرع وتتفتح الزهرة النهائية من المحور الأصلى أولا ثم تتبعها الأزهار التى على نهاية المحاور الثانوية ثم الثالثية وهلمّ جرّا على التعاقب المنتظم .

وهناك صنوف من النورات المحدودة المعقدة وأشيع هذه وأبسطها ما يأتى :

(١) وحيد الشعبة الكاذبة (Monochasium) — (ا و ب ، شكل ٣٧) فى هـــذا الصنف يكون لكل من المحور الأصلى وفروعه المتتابعة فرع جانبى واحد ، مثـال ذلك : نوار الويجانديا (Wigandia) ونوار التراد سكانتيا (Tradescanti) .

(٢) كاذب الشعبتين (Dichasium) — (ح ، شكل ٣٧) فى هذا الصنف يكون للمحور الأصلى فرعان جانبيان ويحمل كل من هذين فرعين آخرين ، مثال ذلك : نوار الغسول (استلاتريا) .

(٣) كاذب الشعب (Polychasium) — فى هذا الصنف يخرج فرعان ثانويان أو أكثر من المحور الأصلى تحت كل زهرة من أزهار النورة ، مثال ذلك : نورة اليوفوربيا .

٣ — النورات المختلطة — توجد النورات المختلطة حيث تكون الفروع الأولى من المحور الأصلى مرتبة ترتيبا غير محدود بينما تكون الفروع التالية محدودة و بالعكس .

تج ٤٢ : على التلميذ أن يفحص من النورات ما يمكن أن تصل اليه يده من النباتات و يبين أيها غير محدود وأيها محدود وعليه أن يلتفت بنوع خاص الى موضع القنابات حيثما وجدت .

ولا بد له أن يعلم أنه يوجد كثير من النورات المعقدة لم تعط لها أسماء .

وعليه أن يدرس تركيب النورات البسيطة غير المحدودة والمحدودة و يتعرّف أسماءها بالدقة .

الفصل الثامن

الثمار ونثر البزور

١ — تنشأ الثمرة من زهرة النبات بعد تمام عملية فيسيولوجية تعرف ”بالأخصاب“ (Fertilisatin) وهذه العملية لايمكن شرحها تمام الشرح والابانة عن تأثيرها إلا بعد أن يكون الطالب قد عرف كل دقائق أجزاء بنية النبات ولذلك أرجأناها الى الفصل الثانى والعشرين .

على أنه يكفى هنا أن ندل على أن هذه العملية هى اتحاد مقدار ما من محتويات حبة الطلع أواللقاح بجسم دقيق يسمى ”الخلية الانثية“ أو ”الخلية البيضية“ (Eggcell) . وهذه كائنة داخل البيضة (Ovule) التى تنمو بعد عملية الاخصاب حتى تصبح بزرة و بعد حصول الاخصاب يسقط المآبر والتويج أو يذبلان وقد تسقط الكأس أيضا أما الميسم وقلم الخدر فيذبلان فى العادة ولكن المبيض يبقى فى كل الأحوال و ينمو نموّا كبيرا ليسمح للبزور

الموجودة به بسرعة النمّو واذا بلغ الخـدر أقصى حالات نموّه ونضجت البزور الموجودة فى مبيضه سمى ”ثمرة النبات“ . وكونت جدران قربلة الخدر الناضج المشتملة على البزور والواقيـة لهـا ما يسمى ”بالپريكارب“ (Pericarp) أو وعاء الثمرة .

هـذا ويجب أن يلاحظ أن لفظ ”ثمرة“ فى العرف يطلق على عديد من الأجزاء المختلفة من النباتات مع أن هـذه الأجزاء لاعلاقة لهـا بخدر الزهرة وهو ناضج وعلى ذلك فهى ليست ثمـارا بالمعنى النباتى الصحيح فالجزء النضر الصالح للأكل من الشليك والتفاح مثلا هو تخت الزهرة مكبرا أما الثمرة الحقيقية فى الأول فهى الأجسام الصغيرة الشبيهة بالبزور ”اكينات“ رصعت على التخت أما خدر التفاح وهو ناضج فهو القلب (Core)

والطماطم والقرع والخيار هى ثمـار حقيقية أى أنها نواتج الخـدور فقط وان أطلق عليها فى العرف اسم ”خضروات“ . ويطلق لفظ ”ثمرة كاذبة“ (Pseudocarp) على تلك الأجسام التى تشبه التفاح والشليك والتين والتوت وهى الناتجة من زهرة أو نورة ولكنها تشتمل على الخـدر ومحتوياته مضافا اليه أشياء أخر .

٢ — لايزال الأمر يحتاج الى تقسيم الثمـار تقسيما وافيا والى تسميتها على أنه يمكن تقسيم الثمـار الى الطوائف الأربعة الآتية وفاقا لنوع نسيج الوعاء الثمرى والطريقة التى تتخلص بها البزور من الثمـار :

(١) الثمـار الجافة غير القابلة للتفتح (Indehiscent) — فى هذه الثمـار يكون الوعاء جافا وخشبيا أو جلدى النسج ولا ينشق أو يتفتح على امتـداد أى خط معين وإنمـا تخلص البزرة منها بعـد أن يبلى الوعاء و بمـا أن

الوقاية اللازمة للجنين ولختزن غذائه من مختلف التأثيرات المناخية ومن آذى الحيوانات يقوم بها الوعاء لصلابته فان قصرة البزرة (Testa) ذاتها تكون رقيقة فى هذه الثمار عادة .

وهاك أشيع صور الثمار الداخلة فى هذا القسم :

(ا) البندقة (Nut) — ثمرة ذات بزرة واحدة لها وعاء خشبى وهى متولدة من مبيض سفلى ملتحم (Syncarpous) مثال ذلك : البندق المعروف .

وأثمار الفصيلة المركبة تسمى "سيبسلا" (Cypsela) وهى نوع من البندق ناشئ من مبيض سفلى ملتحم ذى قربلتين وعاؤه رقيق ويشتمل على بزرة واحدة وكثيرا ماتوجد فيه الكأس على شكل زغب أى وبر .

(ب) الأكين (Achene) — ثمرة ذات بزرة واحدة لها وعاء جلدى رقيق متولد من مبيض علوى منفصل القربلات ، أبوكربى (Apocarpous) مثال ذلك : ثمرة "الرانكيولاس" (Ranunculas) شقائق النعمان والورد والشليك .

وفى الورد تكون الأكينات أو الثمار الصادقة محتواة فى جوف التخت وهذا التخت عند نضجه يكون قرمزى اللون ناعما أما فى الشليك فان التخت يكون عصيريا والثمار الصادقة هى الأكينات الصغيرة المرصعة عليه .

(ج) البرّة (Caryopsis) — ثمرة عليا ذات بزرة واحدة وتشبه الأكين ولكن بدلا من أن تكون هذه البزرة خالصة كما فى الأكين تكون ملتحمة مع الوعاء الثمرى ومن هذا النوع ثمار النجيليات .

(د) الثمر الجناحى أو "السمارة" (Samara) — تشبه الأكين ولكن يكون للوعاء فيها زوائد أشبه بالأجنحة . مثال ذلك : ثمرة الايلانثس (Ailanthus) .

(٢) الثمار الشيزوكاربية (Schizocarps) — هى ثمار جافة ملتحمة القربلات اذا نضجت قرابلها المتحدة انفصلت بعضها عن بعض ولكن لا تنثر بزورها كما هو الحال فى الثمار القابلة للتفتح الآتى ذكرها وتسمى كل قربلة على حدتها "مريكارب" (Mericarp) ويشتمل المريكارب فى العادة على بزرة واحدة مضوية فيها .

ومن الأمثلة على ذلك ثمار الجزر والكمون والخلال وغيره من الفصيلة الخيمية .

(٣) الثمار الجافة القابلة للتفتح (Dehiscent) :

فى هذه الثمار ينفطر الوعاء بطرق شتى أو يتفتح بمسام وبذلك ينكشف داخل الثمرة وتنطاق البزور ولهذه البزور فى العادة قصرات سميكة لوقايتها . وأغلب الثمار الجافة الداخلة فى هذا القسم تشتمل على بزور كثيرة .

وأشيع أنواع الثمار الجافة القابلة للتفتح هى المذكورة بأوصافها فيما يلى :

(ا) الثمر الجرابى (Follicle) — هو ثمر علوى يشتمل على قربلة واحدة تنفتح على امتداد "تدريز" أى لحام (Suture) واحد فقط وأغلب ما يكون هذا التدريز بطنيا . مثال ذلك : ثمرة الدلفينيوم (Dilphinium) واللبخ (شكل ٣٦) .

(ب) الثمر القرنى (Legume) — هو ثمر علوى ذو قربلة واحدة ولكنه يتفتح على امتداد التدريزين الظهرى والبطنى (شكل ٣٠) . مثال ذلك : قرون الفاصولياء والفول .

(ج) الثمر الخردلى (Siliqua) — (شكل ٣٧) هو ثمرة مستطيلة علوية مكوّنة من قربلتين متحدّتين ويوجد فى داخل الثمرة حاجز رقيق كاذب

يسمى "ربيلوم" (Replum) لمشيمية وهذه تجعل فى الثمرة تجويفين واذا نضجت الثمرة تفتحت القربلتان من أسفل فأعلى و بقيت البزور معلقة بالمشيمات والحاجز . مثال ذلك : خرد ليات اللفت والكرنب والمنثور .

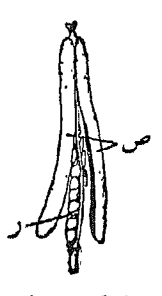
والثمر الخريدلى (Silicula) هو كالسابق إلا أنه قصير وعريض كما فى ثمرة الكبسلا .

(ى) ويطلق لفظ "كبسول" إجمالا على كل أشكال الثمرات الملتحمة الجافة القابلة للتفتح إلا ماسبق النص عنه وهذه الثمرات إما أن تكون علوية أو سفلية وتشتمل فى العادة على كثير من البزور وطريقة التفتح ومقداره تختلفان فى العادة اختلافا كبيرا وأغلب مايكون التفتح على استطالة الثمرة ولكنه يكون فى بعض الأحوال عرضيا وقد يمتد التفتح جزأ من المسافة على امتداد الثمرة وتبقى القربلات متحدة اتحادا جزئيا بعضها مع بعض وقد يمتد على طول الكبسول جميعه وتصبح القربلات سائبة مفككة و يسقط بعضها عن بعض فاذا حصل الأمر الأخير وحصل الانشقاق على امتداد التدريز الظهرى سمى التفتح "مسكنيا" (Loculicidal) و يسمى "حاجزيا" (Septicidal) اذا حصل التفتح على امتداد خط التحام القربلات .

وفى بعض الأحوال تسقط الأجزاء الخارجية من الكبسول على شكل قطع متفرقة أو صمامات تاركة وراءها الفواصل أوحواجز الخدر متصلة بالعذق الزهرى ويسمى هذا النوع من التفتح "بالصمامى" (Septifragal) .

التفتح بالمسام — هذا النوع يرى فى كبسولات الخشخاش (Poppy) والثمر الحق (Pyxidum) هو نوع من الكبسول يكون فيه التفتح مستعرضا بحيث يسقط الجزء العلوى من القربلات على شكل قبعة أو غطاء (شكل ٤٠) . مثال ذلك : ثمرة لسان الحمل (البلانتين) والأناجاليس .

(شكل ٣٨)



(شكل ٣٩)

الثمر الجرابى من المنثور ظاهر فيه طريقة تفطره . ص = صمام الثمرة ؛ ر = ريبلوم أو المشيمية التدريزية عليها البزور متصلة بها .

(شكل ٤٠)

ثمر حق من ثمار لسان الحمل . (١) مقفل . (٢) مزال منه الجزء الأعلى لاظهار البزور من تحته .

(٤) الثمار الطرية(Succulent) — وعاء الثمار الطرية أى اللحمية رخص عصيرى غالبا واذا نضج كان فى العادة ثخينا جدّا وأشيع أنواع الثمار الطرية ماسيأتى بيـانه :

(ا) اللوزة (Drupe) — وهى ثمرةعلوية لاتتفتح مكوّنة من قربلة واحدة وبزرة واحدة أو اثنتين و يرى وعاء الثمرة وهى ناضجـة ثلاث طبقات ظاهرة الأولى طبقة رقيقة رفيعة تسمى "الأپيكارپ" (Epicarp) والثـانية طبقة رخصة ثخينة لحمية متوسطة تسمى "الميزوكارپ" (Mesocarp) والثالثة طبقة صـلبة تسمى "الأندوكارپ" (Endocarp) أوما يعرف "بنواة الثمرة" . ولا يغرب عن الأذهان أن البزرة شيء والنواة شيء آخر وأن البزرة محتواة داخل النواة .

ثمـار البرقوق والمشـمش والخوخ واللوز كلها لوزات وكل قربلة من قربلات زهرة التوت البرى المفردة تصبح لوزة وتسمى "لويزة" وعلى ذلك فالثمرة جميعها تكون ثمرة مركبة تشتمل على مجموع لويزات وثمـرة الجوز هى نوع من اللوز لاتختلف عمـا ذكر إلا فى أنها حاصل خدر ملتحم فيهـا تنمو طبقة الوعاء الداخلة (الاندوكارپ) الى حواجز تمتدّ بغير انتظـام فى الفلقات اللحمية من البزرة المفردة .

(ب) الثمر العنبي(Berry) — هو لحمى لايتفتح كلتا الطبقتين "الميزوكارپ" و "الاندوكارپ" فيـه رخصة ولحميـة وقد يكون الثمر العنبي حاصل مبيض علوى كما فى العنب والطماطم ويكون فى بعض الأحيان سفليا كما فى الخيار .

والبلح هو ثمر عنبي نواته بزرة حقيقيـة لايصح الخلط بينها و بين نواة الثمر اللـــوزى .

(ج) والثمر التفاحى (Pome) ـــ الذى من أمثلته التفاح والكمثرى هو ثمـرة كاذبة (Pseudocarp) لحمية لاتتفتح خدره أو ثمرته الصادقة مدفونة فى التخت واذا نضجت الثمرة الكاذبة يكون الوعاء التابع لكل قربلة من قربلات الخدر جدارا داخليا كثيف القوام جلديا أو صلبا هو الأندوكارپ . أما باقى البريكارپ فيكون فى بعض الأحوال لحميا وفى بعضها صلبا ويحيط بهذه القربلات اللحمية ويتحد بهـا ذلك التخت الزهرى اللحمى الثخين وهو الذى يكوّن أهم جزء صالح للأكل من الثمرة التفاحية .

تج ٤٣ : على الطالب أن يراقب ترقى نمو الثمرات الشائعــة من فواكه الحدائق من يوم ابتسام الأزهار الى نضج الثمرة . وليلاحظ مايؤول اليــه أمر التخت والكم والتويج والمأبر فى كل حالة وعليه أن يفحص أيضا ثمـار جميع النباتات النافعة المنزرعة فى الحقول وكذلك ثمـار الاعشاب الشائعة وعليه أن يصف كلا منها وصفا دقيقا ويلاحظ هل هى :

(١) جافة أم طرية .

(٢) قابلة للتفتح أم غير قابلة وطريقة التفتح .

(٣) نامية من خدر أبوكربى أم سنكاربى .

(٤) نامية من مبيض علوى أم سفلى .

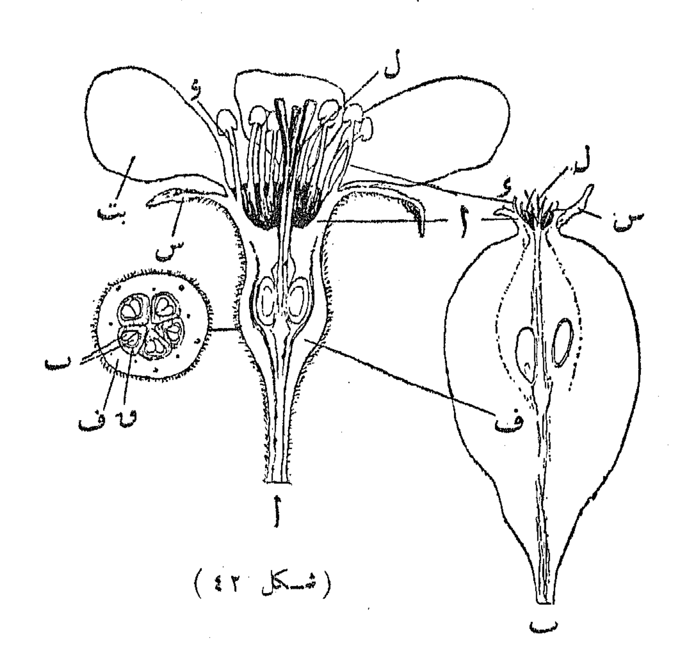
(٥) ذات خلية واحدة أم ذات كثير من الخلايا وعدد البزور الموجودة فى كل .

٣ ـــ انتشـار البزور

(Dispersal of Seeds) ـــ فى بعض الأحوال تسقط البزور النـاضجة أو الثمار المشتـملة عليها على الأرض فى جوار أمها مباشرة على أنه سـيتبين لك أن أكثر النباتات تدل على أنها مهيأة لحصول انتشار بزورها الى مسافات طويلة أو قصيرة .

وأهم العوامل فى نقل البزور هى الريح والمـاء والحيوانات .

(شـــكل ٤١)



(شـــكل ٤٢)

(ا) قطاع رأسى عرضى من زهرة كمثرى . س = سبل ؛ ا = الأنبوبية الكأسـية من التخت ؛ ف = الجزء الأسفل من التخت ؛ ق = قربلات دفينة فى ف ؛ ب = بيضات ؛ بت = بتل ؛ ى = سداة ؛ ل = قلم . (ب) ثمرة كاذبة متكشفة من الزهرة ا .

ففى بعض الأحيان تكون أوعية الثمرات بعد نضجها كاللولب فى مرونته فاذا جاء وقت التفتح ، تفتحت بشدة ونثرت بزورها فى كل الجهات الى مسافة أقدام عدة وقرنات كثير من البقول بعد نضجها كقرنات البازلاء والفول والحندقوق تنثر حبها بهذه الطريقة وتلتوى صمامات القرنات أو تلتف بغتة .

والثمار التى تنثر بزورها بهذه القوى الفجائية الميكانيكية عند حصول التفتح تصادف فى الغالب فى كثير من أنواع الخبازى الأفرنجية والخروع على أن الريح هى أهم العوامل القوية وأظهرها فى توزيع البزور . ولذلك يلاحظ كثير من التنوعات بين النباتات لحصول انتشار بزورها بهذه الواسطة .

ففى أنواع الخشخاش وغيره من النباتات تكون البزور من الصغر بحيث تطير فى الهواء الى مسافات بعيدة بمجرد خروجها من كبسولاتها وبعض البزور يكون ناعما أملس مستديرا فيسهل بذلك تدحرجها على الأرض وأغلب من ذلك ما يرى فى القنابات الملاصقة أو بعض أجزاء الزهرة أو الثمرة أو الحبة ، من التنوع بحيث تجعل للهواء من نفسها مسطحا أوسع وأخف حملا عليه فيصبح الجسم بذلك قابلا للتطاير .

وفى كثير من نباتات الفصيلة المركبة كنبات الجعضيض والجراوندسل يرى ألكم كحصلة رقيقة من الشعر على شكل مظلة الطيران فتمنع سرعة سقوط الثمرة متى كانت محمولة فى الهواء حتى لتحملن ثمار مثل هذه النباتات فى نسيم معتدل الى مسافات طويلة قبل أن تسقط والكم فى كثير من أنواع الحميض ويستحيل بالنمو الى بزور أشبه بالأجنحة تحيط بالثمرة ويوجد فى الايلانثوس وبعض نباتات الفصيلة الخيمية امتدادات جناحية كثيرة .

وبعض هذه النباتات من الثقل بحيث تسقط عمودية على الأرض اذا هى أتيح لها ذلك . على أن سقوطها كذلك لا يكون إلا بعد أن تدور بعض

دورات فى الفضاء وهذه لا يمكن انتزاعها إلا بريح شديدة أو عاصفة وفى مثل هذه الأحوال يمكن أن تنتقل الى أمكنة قاصـية وليس الأمر مقصورا على تنوع الأجزاء الظاهرة من الوعاء وغيرها من أجزاء الزهرة بحيث تلائم توزيع الريح بل أن بزور كثير من الثمار القابلة للتفتح تبين عن أنها ملائمة لمثل هذا الغرض .

ففى الصفصاف والحور والقطن مثلا تكون القصرة مغطاة بشعرات حريرية طويلة خفيفة قابلة للتطاير ولكثير من البزور كبذور "الجا كارندا" (Jacaranda) و"الماريجا" (Maringa) حواف رقيقة غشائية النسج أشبه شئ بالجناح .

وفى أكثر النجيليات تكون القنابات المحيطة بها بمثابة عوامل للطيران وللنباتات المائية ثمار وبزور تشتمل قناباتها على هواء يساعدها على العوم مسافة ما ومن أنواع البزور عدد كبير ينتشر على سطح الأرض بواسطة الحيوانات فانه يوجد على وعاء الجزر والبقدونس البرى (Hedge Parsley) وغيره من نباتات الفصيلة الخيمية وعلى كثير من أصناف البرسيم أجسام شوكية وخطافية الشكل وهذه تعلق بفراء الحيوانات أو صوفها أو ريشها وقد يحدث أن تزول هذه البزور عن الحيوانات عند الاحتكاك أو تسقط عن الحيوان فى مكان غير الذى علقت فيه وبهذه الطريقة تنتقل البزور الى مسافات بعيدة وزد على ذلك أن عددا من الثمار اللحمية تستعملها حيوانات شتى طعاما لها ولا سيما الطير وبزور مثل هـذه الثمـار تمرّ فى المعدة والامعاء دون أن يصيبها من ذلك ضرر . والحماية الضرورية للجنين من فعل السوائل الهضمية به جسم فى الحيوان مستمدة من صلابة أجزاء الوعاء أو غلاف البزرة هذا والأجزاء العصيرية التى تستميل الحيوان أو تجذبه من الثمار اللوزية والعنبية

هى الوعاء ذاته أو جزء منـه . أما فى الشليك والورد والتفـاح والكراتيجس (Crataegus) فان التخت هو الجزء الجذاب أو الذى يستميلها فى الاثمار . وفى الثمار ذات النواة والكراتيجس تحمى الطبقة الصلبة الداخلة من الوعاء كيان الجنين أثناء مرور البزرة فى امعاء الحيوان وفى الثمار العنبية تقوم قصرة البزرة بهذا الأمر . أما فى الشليك وغيره فصلابة وعاء الأكينات تحمى البزور .

ويلاحظ أنه اذا كانت البزور غير ناضجة وغير صالحة للانتشار كانت أجزاء الثمرة المسـتعملة غذاء، خضراء حمضية صلبة النسج فى كل حال ولكن فى وقت نضج البزور أو بعد ذلك مباشرة أى عند ما تكون مستعدّة للتوزع تتغير أجزاء الثمرة فاذا هى ذات لون ظاهر وتصبح أطرأ وأحلى مذاقا . ويغلب أن تنشأ فيها رائحة طيبة خاصة بها .

تج ٤٤ : الخص أثمار الاعشاب الشائعة وحاول أن تعرف كيفيـة انتشار البزور من كل منها .

تج ٤٥ : لاحظ عدد البزور والاثمار الملتصقة بصوف الغنم ووبر الماعز ولاحظ أنواعها . واذكر وسائط الاتصال فى الثمار .

تج ٤٦ : هات برهانا على انتشار البزور بواسطة الطير .

الخص زرق بعض طيور الغيط .

الجــــزء الثانى

تشــــــريح النبــــــات

الجزء الثانى

تشــــريح النبــــات

الفصل التـاسع

الخلية النباتية — انقسـام الخلية — الانسجة

١ — قد عنينا فى الفصول السابقة بالخارجى من كبرى معـالم النباتات المزهرة والآن وجب أن ندرس الداخل الدقيق من بنـاء الجذر والسـاق والورقة والزهرة حتى يمكن ادراك فسيولوچيا النبات أى العـمل الذى يقوم به كل من هذه الأعضاء ادراكا حسنا .

٢ — يمكن معرفة بنـاء النبات الداخل بواسـطة شرائح تقطع بالموسى من شتى الأعضاء وفحص هـذه الشرائح أو القطاعات كما يسمونها بالعين المجردة و بالمجهر (المكروسكوب) .

ولادراك طبيعة الأجزاء الباطنة العـديدة من أى عضو نباتى ادراكا تاما لا يكفى أن يفحص قطاع منـه فى اتجاه واحد فقط بل يجب أن تعمل القطاعات فى اتجاهات عدّة ولكن جرت العادة فيما يختص بالسوق والجذور وغيرهما من الأجزاء التى يزيد طولها عن عرضها أن تعمل القطاعات بالطريقة المبينـة فى شكل (٤٣) فالقطاعات المعمولة بزاوية قائمة على المحور الأصـلى كما فى (حـ) تسمى "قطاعات عرضية" وما قطعت موازية للمحور الأصلى تسمى "قطاعات طولية" و يضاف لفظ قطرى ومماسى للأخير الطولى تبعا لمرور القطاعات بمركز الساق كما فى (ا) أوعدم مرورها كما فى (ب) .

٣ — الخليـة — اذا فحص قطاع رقيق من بزر اللفت بواسطة المجهر يرى نوع من البناء على شكل شبكة كما فى شكل (٤٤) . واذا استمر فى فحص شرائح تقطع فى جهات شتى رؤى مثل ذلك فى كل واحدة . منها نسـتنتج أن مادة اللفت مكوّنة من عدد لاعد له من مقصورات صغيرة مكعبة الشكل أومستديرة تحيط بها جدران رقيقة . هذه المقصورات المقفلة تسمى "خلايا" (Cells) وأنها وان كانت تختلف أحجامها لا يمكن أن تبصرها العين بغير آلة إذ هى يندر أن يكون قطرها أكبر من $\frac{١}{١٠٥}$ من البوصة بل يغلب أن يكون $\frac{١}{١٠٠٠}$ منهـا .

والخلية التامة النمو (حـ . شـكل ٤٥) اذا أخذت من جوار طرف الجذر أو الساق ونظر إليها وجدت تشتمل على مايلى :

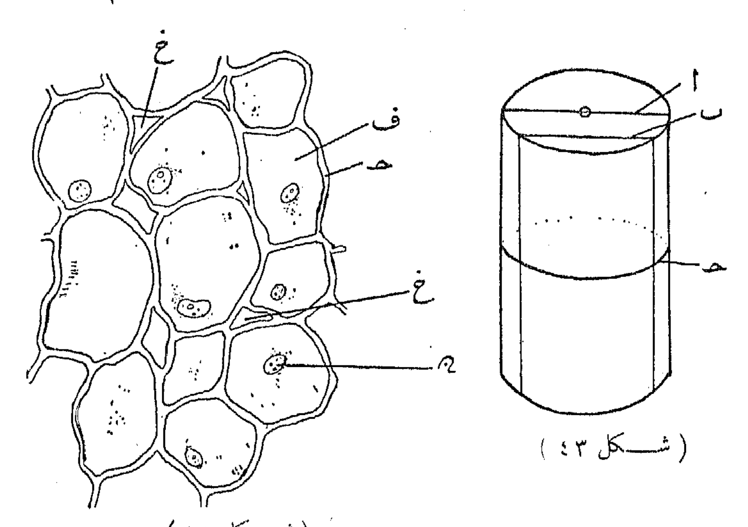
(١) غشاء رقيق مقفل (ا) يسمى "جدار الخلية" (Cell-wall) .

(٢) بطانة متواصـلة (د) من مادة تعرف بمـادة الـبروتوبلاسم (Protoplasm) أو المـادة الأوّلية .

(٣) فراغ مركزى (ف) يسمى "الڤاكيول" (Vaculoel) الذى يظهر للعين أنه خال والحقيقة أنه ملآن بسائل مائى يسمى "العصير الخلوى" (Cell-sap).

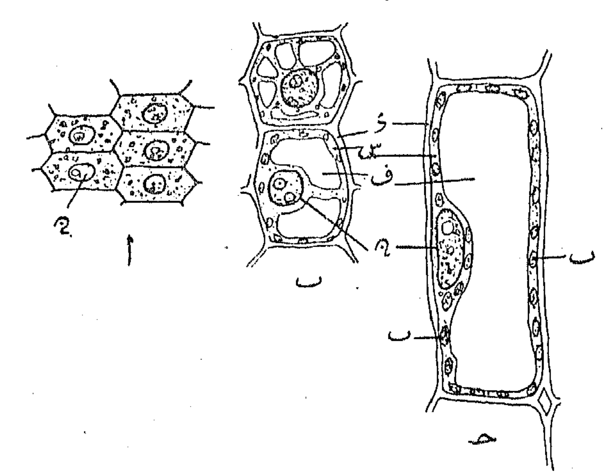
(١) جدار الخلية مكوّن من مادة صلبة غير حية مرنة القوام شفافة تعرف عنـد الكيماويين "بالسـلولوز" وتقوم مقـام غطاء واق للمـادة الأولى أى "البروتوبلاسم" وهى المـادة التى تصنع هذا الجدار .

(٢) البروتوبلاسم هو أهم جزء فى الخليـة وهو مادة لزجة مخاطية تشتمل على مقدار عظيم من المـاء . أما طبيعتها الكيماوية فغير مدركة . ولكن يظهر



(شـكل ٤٣)

(شـكل ٤٤)
خلايا من "جذر" اللفت الشحم ؛ حـ = جدار خلوى ؛ ف = تجويف خلوى ؛ د = نواة ؛ خ = خلال خلوية .



(شـكل ٤٥)
(ا) خلية صغيرة السن جدّا مأخوذة من قرب طرف الجذر . (ب) خليتان أكبر منها . (حـ) خلية مفردة كاملة النمو . (د) جدار خلوى ؛ س = سيتوبلازم ؛ د = نواة ؛ ب = بلاستيدات ؛ ف = تجويف (مكبرة ٣٥٠ قطرا) .

أن فى داخلها مزيجا مختلطا من المركبات البروتيدية وهى المادة المرتبطة مباشرة بتلك الظاهرة الخاصة الذى نسميها "حياة" واليها ترجع عملية التنفس وكل التغييرات الكيماوية العجيبة التى تتضمنها عملية "التمثيل" والتغذية على وجه الاجمال وكذلك قوى النمو والتناسل التى فى الكائنات الحية من النبات والحيوان على السواء .

وعليه فحينما وجدت الحياة وجد البروتوبلاسم ومعنى الموت تحلل هذه المادة وتلفها .

فى كثير من الخلايا يكون للبروتوبلاسم حركة خاصة ذاتية أى من تلقاء نفسه وفى بعض الأحوال يسيل فى وجهة واحدة فى تيار لاينقطع حول الخلية من الداخل مرة بعد أخرى وفى غير ذلك تسير تيارات البروتوبلاسم فى وجهات مختلفة .

من شكل (٤٥) يتبين أن بروتوبلاسم الخلية غير متجانس ولكنه يشتمل على الأجزاء الآتية :

(ا) جزء كثيف مستدير أو بيضى الشكل (د) يسمى "نواة الخلية" .
(ب) عديد من أجسام صغيرة (ب) تسمى "بلاستيدات" (Plastids) أو "كروماتوفور" (Chromatophores) .

(ج) مادة حبيبية دقيقة زائدة السيولة تسمى "بلازما الخلية" (Cell-plasm) أو (Cytoplasm) مطمورة فيها النواة والبلاستيدات .

فى الخلايا الصغيرة السن جدا (ا . شكل ٤٥) يملأ البروتوبلاسم تجويف الخلية كله . أما الفجوات فلا تظهر إلا بعد نمو الخلية وفى أغلب الخلايا الحية من النباتات الراقية لايوجد فى الخلية إلا نواة واحدة ولكن يغلب فى بعض الخلايا الطويلة وجود عدة نوى .

وتنشأ النواة من انقسام نواة وجدت قبلها أما وظيفة النواة فليست مدركة تمام الادراك ولكن الخلايا التى تنتزع منها نواها بالطرق الصناعية تموت على الفور . وبما أن الجزء الجوهرى من عملية الاخصاب الجنسى ، انما هو اتحاد اثنتين من النوى فانهم يظنون أن النوى حوامل للصفات الوراثية فى الأم التى منها جاءت بطريق الانقسام .

وزد على ذلك أن النواة تلوح فى انقسام الخلية الذى يحدث منه تكاثر الخلايا كأنما تبدأ عملية الانقسام وتضبطها .

والبطانة الرقيقة من بلازما الخلية أو مما يسمى "بسيتوبلازم — بريموردیال يوتريكال" كما تسمى أحيانا تضبط مرور المواد السائلة من العصارة الخلوية التى تملأ الفجوة أو الفاكيول واليها .

والبلاستيدات أجسام صغيرة من البروتوبلاسم تشبه النوى فى كثافتها والمعروف من هذه البلاستيدات ثلاثة أنواع هى :

(أ) بلاستيدات خضيرية أو كلورية (Chloroplasts) .

(ب) بلاستيدات لونية أو أوكرومية (Chromoplasts) .

(ج) بلاستيدات عديمة اللون أوليوكية (Leucoplasts) .

وتنشأ هذه جميعها من بلاستيدات كانت موجودة من قبل بواسطة الانقسام وهى كالنواة لا يمكن أن توجد إلا من موجود من نوعها .

فالبلاستيدات الكلورية وتسمى أحيانا "بحبيبات المادة الملونة الخضيرية" (الكلوروفيلية) خضراء لتشبع مادتها من مادة ملونة خضراء تعرف فى الافرنجية "بالكلوروفيل" (Chlorophyll) ويعزى الى وجودها فى الخلايا

اخضرار كل الاجزاء الخضراء من النباتات . والى جهدها تعزى تلك العملية المهمة المعروفة "بالتمثيل" (فصل ١٥) .

والبلاستيدات الكرومية التى يغلب وجودها فى خلايا الأزهار والفواكه صفراء اللون أو حمراؤه لا خضراء وعلى ذلك فالأجزاء التى توجد فيها هذه البلاستيدات تصبح بها ظاهرة لأعين الطير والحشرات جذابة لها .

والبلاستيدات الليوكية هى حبيبات لا لون لها وتشاهد فى خلايا الجذور والدرنات وغير ذلك من الأجزاء الأرضية من النباتات ولهذه البلاستيدات قوة تكوين حبوب النشا من السكر .

وهذه البلاستيدات الثلاث قابلة للتحوّل بعضها الى بعض فالبلاستيدات الكلورية الخضراء فى الثمار الفجة تنقلب فى العادة حبيبات كرومية اذا تم نضج الثمرة واذا عرضت الحبيبات اللوكية من درنة البطاطس للضوء أصبحت خضراء .

(٣) العصارة الخلوية التى تملأ فجوات الخلية تشتمل على ماء ذائب فيه عديد من أنواع المواد . ففى خلايا البنجر كما فى كثير من الأثمار والأزهار والأوراق تشتمل العصارة الخلوية على مادة أرجوانية ضاربة الى الحمرة على أن العصارة فى الغالب عديمة اللون . وهى فى العادة حمضية ولكن طبيعة المركبات الموجودة فيها ومقدارها يختلفان أحيانا من خلية لخلية فى الأجزاء المختلفة من نفس النبات . وفى العادة توجد فيها حواصل شتى ناشئة من عمل البروتوبلاسم كأنواع السكر والبروتيدات الذائبة والأحماض والأملاح العضوية وكذا الازوتات (النيترات) والكبريتات والفوسفات وغير ذلك من المركبات غير العضوية الممتصة من التربة .

ويعزى غالب الطعم الخاص الذى للفواكه والخضروات التى نأكلها الى المادة الذائبة فى عصارة خلاياها . أما البروتوبلازم والجدار الخلوى فلا طعم لهما .

٤ — ان خلايا جسم النبات فى زمن تكوّنها عند النقط النامية من الجذر والساق تكون بحجم واحد تقريبا وتكون مكعبة الشكل أو متعدّدة الأضلاع ثم تزداد فى الحجم بعد ذلك بسرعة وتصبح متنوعة فى شكلها وفى بنيتها تنوّعات شتى تبعا للوظائف الخاصة التى عليها تأديتها فى الاعضاء البالغة من النبات .

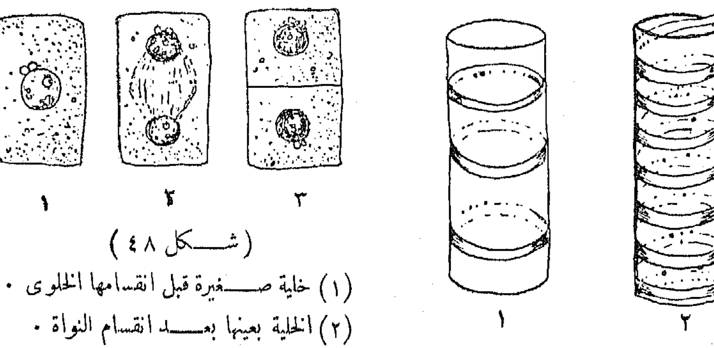
واذا نما جدار الخلية أثناء مدّة النموّ فى كل الجهات على السواء بقى الشكل التكعيبى أو متعدّد الأضلاع على ما كان عليه على أن أغلب مايكون النموّ غير منتظم فتكون الخلايا على أشكال عديدة سيذكر أهمها عند الكلام عن أعضاء النبات الذى توجد فيه .

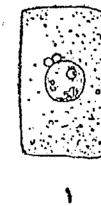
ومن الخلايا عدد كثير جدّا تفقد محتوياته البروتوبلازمية بعد مدّة قصيرة ولا يبقى إلا جدار الخلية وفراغها وهذا الفراغ يكون فى العادة مملوءا بالهواء .

ويطلق فى العرف على هذه البيوت الفارغة اسم "خلية" على أنه لو استعمل لذلك لفظ آخر لكان أوفق وأليق وفى بعض الأحيان تكون جدران الخلايا رقيقة ولكن يغلب أن تصبح سميكة قبل أن تفقد الخلية مادّتها البروتوبلازمية بتاتا . وهذه الجدران الخلوية السميكة تمدّ الأجسام التى تحتويها بالصلابة والقوة وتكون بمثابة حامل ميكانيكى للأجزاء الغضة من النبات وتأتى الغلاظة المذكورة من تراكم طبقات متتابعة من نوع من السلولوز على السطح الداخل من جدار الخلية . وفى بعض الأحيان تتراكم الطبقات بانتظام حول الباطن جميعه كما فى ا . شكل (٤٦) ولكن الغالب أن تستمر زيادة الغلاظ عند بعض

(شكل ٤٦)

رسم بيانى لجدار خلية غليظ ؛ (ا) جدار منتظم الثخانة . (ب) جدار ذو نقر (ب) بسيطة . (حـ) جدار ذو نقر (س) مسورة .





(شكل ٤٨)

(١) خلية صغيرة قبل انقسامها الخلوى .
(٢) الخلية بعينها بعد انقسام النواة .
(٣) تمام الانقسام الخلوى (مكبرة ٥٠٠ قطر) .

(شكل ٤٧)

قطع من الأوعية ظاهر فيها . (١) الثخانة الحلقية . (٢) الثخانة اللولبية فى خلاياها .

النقط بسرعة أكثر منها عنـد البعض الآخر وفى بعض الأحوال تبقى بعض أجزاء من جدار الخليـة كما هى بدون تغيير فتبدو هذه القطع الرقيقة كأنها بقع لامعة اذا فحص منظر سطح الخلية وهذه تسمى "نقرا" (Pits) وفى النقر البسيطة (ب) يكون الفراغ الذى لم يسمك أسطوانيا تقريبـا واذا نظر الى طرفه كان الطرف مستديرا أو بيضيا (ج) والفراغ المتروك بلاغلاظة فى نقرة مضفوفة يكون على شكل القمع و يبدو فى منظره السطحى كأنمـا هو دائرتان متحدتا المركز أو هليلجية . والنقر الموجودة فى جدار خلية تكون فى العادة بازاء النقرة فى جدار الخلية المجاورة بالدقة وتكون بمثابة واسطة للاتصال بين الخليتين .

ومن الشائع جدّا حدوث الثخانة على شكل لولبى أو حلقى ، أى اشرطة على شكل أساور .

٥ — انقسام الخلايا — تواصل البروتوبلاسم . بامتداد الساق والجذر وتوليد أعضاء جديدة عند نقط النمو من النباتات العادية الخضراء تحدث زيادة كبرى فى عدد الخلايا وهذه الزيادة ناشئة عن انقسام خلايا موجودة من قبل كل منها ناشئ عن انقسام خلية واحدة هى الخلية المخصبة من البيضة .

وأثناء عملية انقسام الخلية عند نقطة النمو من الفرخ أو الجذر تنقسم النواة أوّلا الى نصفين متشابهين كل التشابه بطريقة معقدة لا يمكن البحث فيها هاهنا وهـذان النصفان أو هاتان النواتان الشقيقتان تتنحيان بعد ذلك بعضهما عن بعض مسافة قصيرة داخل الخلية المنقسمة و ينشأ جدار خلوى جديد بينهما . وهـذا الجدار الجديد يقسم السيتوبلازم قسمين ظاهرين و يكون دائما على زاوية قائمة مع خط مستقيم مرسوم من إحدى النواتين الى الأخرى (شكل ٤٨) ومن فحص الخلايا ومحتوياتها فحصا عاديا يمكن أن يستنتج أن المـادة الحية من خلية النبات المأخوذ مثلا ، محجوزة وممنوعة من الاتصال بجاراتها من الخلايا

حجزا تاما على أن الابحاث الجديدة قد دلت على أن بروتوبلاسم الخلية فى عدّة من الأحوال متصل ببروتوبلاسم الخلايا الملاصقة بواسطة خيوط بروتوبلاسمية دقيقة جد الدقة وهذه تمرّ من مسام ضيقة جدّا فى جدران الخلايا وربما كان البروتوبلاسم متواصلا فى الكائن الحىّ جميعه .

وفى بعض الأحوال كما فى الكيس الجنينى (Embryosac) من البيضة يستمر الانقسام فى النواة وما يصحبها من السيتوبلازم مدة ما دون أن تتكون جدران خلوية لكل خلية عقب كل انقسام مباشرة .

على أنه لابد أن يصبح بروتوبلازم الخلايا النباتية محصورا بين جدران خلوية عاجلا أو آجلا .

٦ — الأنسجة — يشتمل جسم النبات على ما لا عدّ له من الخلايا على اختلاف أشكالها وأنواعها ولا تكون هذه الخلايا المختلفة موزعة بطريقة منتظمة خلال النبات بل تكون مجتمعة بعضها الى بعض على شكل أشرطة أو ألواح أو كتل اسطوانية وتسمى هذه المجتمعات من الخلايا "أنسجة" (Tissues) ويمكن تقسيم هذه الأنسجة عدّة أقسام وفاق ما اذا نظرنا اليها من حيث أصلها أو بنيتها أو وظيفتها . فالنسيج الذى يشتمل على خلايا حيّة ذات جدران رقيقة وتكون هذه الخلايا جنينية وقادرة على الانقسام يسمى "المرستيم" (Meristem) أى النسيج المكوّن . أما الأنسجة البالغة التى وصلت الى تمام نموها فتسمى "مستديمة" (Permanent) .

واذا نظرنا الى الأنسجة من حيث شكل الخلايا المكوّنة لها تميز من الأنسجة نوعان : (١) البارنشيمة (Parenchyma) و (٢) البروزنشيمة (Prosenchyma) .

ولا يمكن التمييز بين هذين النوعين تمييزا دقيقا ولكن الأول يشتمل فى العادة على خلايا متساوية الطول والعرض والسمك تقريبا وتتصل كل خلية منه بجاراتها بأطراف وجوانب عريضة منبسطة .

وبالرغم من أن الخلايا فى الأنسجة الحديثة العهد بالتكوّن تكون متصلة تمام الاتصال بعضها ببعض عند كل نقط سطحها فان جدران الخلايا المتجاورة فى البارنشيمة المستديمة تنفصل عن بعضها فى الزوايا وبذلك تحدث مسافات بين الخلايا تسمى "الخلال الخلوية" (Intercellular Spaces) (خ. شكل ٤٤) . وتكون مملوءة بالهواء فى العادة غير أنه يحسن أن ننبه هنا الى أن هذه الخلال الخلوية تحدث فى بعض الأحوال من جفاف كل الخلايا أو تمام انفالها وفى هذه الحالة يمتلئ الفراغ المتروك بين الخلايا بالصموغ والزيوت والراتينجات وغير ذلك من الحواصل البرازية .

وخلايا نسيج البروزنشيمة طويلة ومدببة عند طرفيها وفضلا عن ذلك فان الأطراف تمتدّ على شكل ذنب الحمامة بين الخلايا وبعضها ويلتحم بعضها ببعض فلا تتكوّن خلال بين الخلايا .

والأنسجة البروزنشيمية والبارنشيمية التى تكون جدران خلاياها غليظة صلبة يطلق عليها لفظ "اسكلارانشيمة" (Sclerenchyma) .

تج ٤٧ : خذ احدى الأوراق الشحمة الباطنة من بصلة بصل وبعد أن تحز فى سطحها حزا غير عميق بسكين حادة انتزع من جلدها قطعة صغيرة وضع هذه القطعة فى محلول مادة الايوسين أو الحبر الأحمر بضع دقائق ثم اغسلها وثبتها فى نقطة من الماء على لوحة زجاجية وافحصها بالشيئية الضعيفة من مجهر (ميكروسكوب) ثم بالشيئية القوية . ثم انظر ولاحظ واعمل رسوما من الخلايا وجدرانها ونواها المنصبغ والبروتوبلازم والفجوات .

تج ٤٨ : اقطع شرائح رقيقة جدا من اللفت بموسى حادة وافحصها بالطريقة السابقة ولاحظ الخلال الخلوية واقطع شرائح مثلها من البنجر الملوّن وافحصها بدون صبغ ولاحظ لون العصارة الخلوية .

تج ٤٩ : افحص قطاعات من نخاع السمبوسكوس ولاحظ شكل الخلايا الميتة وحجمها وكذلك غلظ الجدران فيها وآثارها .

تج ٥٠ : هيىء قطاعات عرضية وطولية من خشب عود ثقاب ولاحظ غلاظة الجدران الخلوية وآثارها وافحص بالطريقة ذاتها قطعا أخرى من الأخشاب المتداولة .

تج ٥١ : اقطع شرائح رقيقة من الأوراق أو أى جزء أخضر من النبات وافحص الخلايا ولاحظ أن الاخضر ليس مسببا عن اخضرار العصارة الخلوية بل عن وجود بلاستيدات كلورية صغيرة عديدة خضراء .

الفصل العاشر

تشريح الساق والجذر والورقة

نريد فى هذا الفصل أن نتناول بالبحث أنواع الأنسجة العادية فى مختلف أعضاء النبات من حيث ترتيبها العام وصنعتها النباتية ونذكر فوائدها فى تدبير النبات عرضا . فأما شرح العمليات الفيسيولوجية فانا تاركوها الى ما يأتى من الفصول .

الساق

١ — السوق العشبية من ذوات الفلقتين .

يشتمل جزء عظيم من السوق العشبية من ذوات الفلقتين على نسيج شحم طرى مطمورة فيه عدة من أشرطة (Strands) نحيلة كثيفة القوام ليفية تسمى "الحزم الوعائية" (Vascular Bundles) وهذه تعطى للساق صلابة ولكن وظيفتها الكبرى ايصال العصارة الى أجزاء النبات كافة .

و يغطى سطح الساق نسيج رقيق من الخلايا يسمى "البشرة" أو "الابيدرم" (Epiderm) ويطلق على باقى الأنسجة أى على الشكل ما عدا البشرة والحزم الوعائية اسم "النسيج الأساسى" (Ground Tissue) .

فى القطاع العرضى من ساق ترى الحزم الوعائية جنبا لجنب على خط دائرى (شكل ٤٩) وذلك الجزء من النسيج الأساسى الذى تحتويه حلقة الحزم الوعائية يقال له "النخاع" (Pith) (ن) والجزء الكائن خارج الحلقة المذكورة يسمى "القشرة" (Cortex) (ق) أما الأشرطة الصغيرة الضيقة الجارية على استقامة نصف القطر بين الحزم وتصل القشرة بالنخاع فتسمى "بالأشعة النخاعية" (شن) (Medullary Rays) .

و يتكوّن من الحزم الوعائية والأشعة النخاعية والنخاع كتلة اسطوانية من الانسجة تعرف "بالاسطوانة الوعائية" (Vascular Cylinder) أو العمد وهذه تمتدّ فى النبات من طرف الساق الى النقطة النامية من الجذر .

(١) البشرة — نسيج سمكه فى العادة خلية واحدة وهى بمثابة كساء واق للنبات تمنع سرعة فقدان الماء منه . وكذلك تحمى الخلايا الداخلة من الأضرار المسببة عن المطر والبرد والصقيع والحشرات وخلايا هذه البشرة أنبوبية منبسطة مرصوفة بعضها الى جانب بعض رصفا محكما إلا حيث توجد المنافذ المسماة "الثغور" (Stomata) وبما أن هذه الثغور توجد بكثرة على بشرة الورق فان البحث فى تركيبها مؤجل الى صفحة (١٢٦) وفى العادة يكون الجدار الخارجى من البشرة أسمك من الجدران الجانبية والجدار الداخل وهى ثلاث طبقات تسمى الطبقة الخارجية المعرضة للجو "بالأديم" (Cuticle) والأديم يتكون من مادة تسمى "الكيوتوز" تستعصى فيها مرور المياه وهى جسم ثابت جدّا قابل لمقاومة تأثير المحللات الشتى التى تذيب السلولوز . ويرى

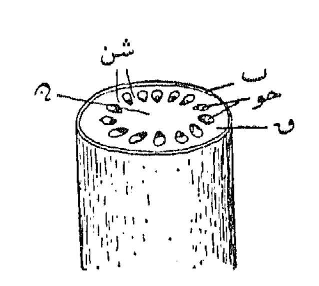
على أديم السوق والأوراق من نبات الكرنب وقصب السكر وأنواع كثيرة من الغلال والنجيليات الأخرى وكذلك على ثمار الأعناب والبرقوق طبقة رمادية اللون هى حاصل أخرجته الخلايا البشرة ويشتمل على جزئيات من الشمع إما مستديرة الشكل أو مستقيمته على شكل قضيب وإما حرشفية .

وسطوح مختلف أجزاء النبات المغطاة بهذه الطبقة الشمعية تفقد من الماء أقل مما تفقده الأجزاء التى أزيلت عنها بالحك ويظهر أن هذه الطبقة الشمعية هى كوقاية جزئية من غشيان الفطريات والحشرات وتشتمل خلايا البشرة على المعتاد من المحتويات الخلوية (Cell contents) إلا البلاستيدات الخضيرية فانها فى العادة مفقودة وهذه الخلايا تكون ملأى بالعصارة بصفة خاصة وهذه العصارة تكون دائما قرنفلية اللون أو حمراء أو قرمزية بفعل مادة يظهر أنها تقى خلايا القشرة شر الضوء المفرط وفى بعض النباتات (ان لم نقل كلها) تكون العصارة فى خلايا البشرة بمثابة مخزن للماء تستمد منه الخلايا الباطنة من الساق عند الحاجة .

ولا يخفى أن سطح السوق وغيرها من أجزاء النباتات تكون مغطاة فى الغالب بشعر وهذا الشعر منسوب الى البشرة وكل شعرة فى أبسط أشكالها ليست سوى خلية بسيطة نمت أطول من جاراتها على أن بعض الشعر هو امتدادات عديدة الخلايا من البشرة (ش . شكل ٥٠) وقد يكون على أشكال عدّة كما هو الحال فى الشعرة الواحدة الخلية .

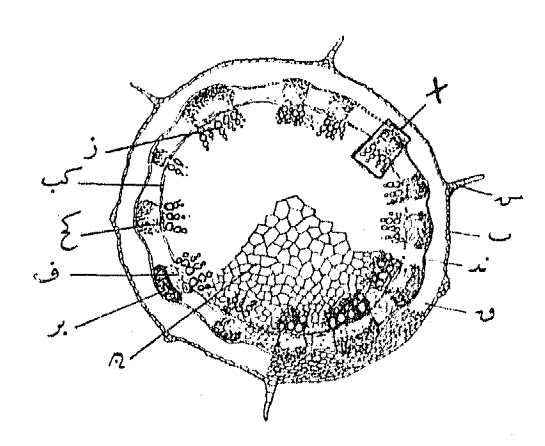
والشعر يكون خشن الملمس أحيانا ويكون بمثابة واسطة للدفاع ضدّ الحشرات وضدّ الحيوانات على وجه الاجمال ومن وظائفه أن يكون كوقاء يمنع سرعة خروج الماء من النبات ويكون أشبه شئ بحائل دون شدّة ضوء

أمام صفحة ١٠٥



(شـــكل ٤٩)

رسم بيانى يرى توزع الأنسجة المهمة فى ساق ذات فلقتين ؛ ب = بشرة ؛ حو = حزم وعائية ؛ ق = قشرة ؛ ن = نخاع ؛ شن = أشعة نخاعية .



(شـــكل ٥٠)

قطاع عرضى من ساق عباد الشمس (مكبر ثمانية أقطار) × جزء يشمل حزمة وعائية ؛ ب = بشر ؛ ش = شعر ؛ ق = قشرة ؛ ند = اندودرم ؛ ز = زيلم ؛ ف = فلويم ؛ كخ = كامبيوم حزمى ؛ كب = كامبيوم بينى حزمى ؛ بر = الياف بريسيكلية .

الشمس . والشعر فى سوق النباتات الصبية وفى أزراها يحمى الأجزاء الغضة من الأضرار والصقيع و بعض الشعر يكون بمثابة آلات مفرزة ، ولذلك تسمى "غددا" (Glando) تفرز مركبات زيتية وراتينجية لها — كما فى النعنع وحشيشة الدينار وغيرهما من النباتات — رائحة خاصة . وكثير من هذه الحواصل المفرزة من مثل هذا الشعر يكون لزجا يمنع مثل النمل من الحشرات من تسلق الساق والوصول الى عسل الزهرة .

(٢) القشرة (Cortex) — قشرة الساق ممتدة من البشرة الى الاسطوانة الوعائية ويشتمل جزء عظيم منها على خلايا بارنشيمية حية تشتمل على بلاستيدات خضيرية كثيرة وخلايا الجزء الواقع تحت البشرة مباشرة تكون جدرانها فى الغالب ثخينة فى أركانها وتكوّن مايسمى "بالنسيج الكولنشيمى" (Collenchymtous) ووظيفة هذا النسيج تقوية البشرة وإمداد الساق جميعها بالمتانة والطبقة الأخيرة من خلايا باطن القشرة تكوّن غمدا مستمرا محيطا بالاسطوانة الوعائية ويسمى "الاندودرم" (.Endoderm) أو "البشرة الباطنية" (ند . شكل ٥٠) وليست خلاياها مباينة لجاراتها من الخلايا المجاورة لها مباينة كثيرة ولكنها تشتمل فى العادة على كثير من الحبيبات النشوية تجعلها واضحة فى قطاعات بعض السوق .

(٣) الاسطوانة الوعائية أو العمد — تشتمل على كل الأنسجة الواقعة داخل الاندودرم وهى الحزم الوعائية الآتى وصفها والنخاع والأشعة النخاعية (شكل ٥٠) وتعرف الطبقة الخارجية المجاورة للأندودرم مباشرة "بالبريسيكل" (Pericycle) أو "الطبقة المحيطة" وقد تشتمل هذه على طبقة واحدة من الخلايا أو أكثر وفى بعض السوق تكون خلايا "البريسيكل" رقيقة الجدر ومنها تنشأ أغلب الجذور والفراخ العرضية .

والأشعة النخاعية مكوّنة من خلايا بارنشيمية رقيقة الجدران وتحفظ خلايا الأشعة النخاعية محتوياتها الحية مدّة طويلة ولكن خلايا النخاع لا تعيش إلا مدّة قصـــيرة .

واذا انتخبنا حزمة وعائيــة واحدة فى سلامية أى نبات ذى فلقتين وتتبعنا سيرهما الى أعلى نجد أنها تخرج من الاســطوانة الوعائيــة مارّة بالقشرة الى الأوراق حيث تتفرع وتكوّن العروق وتسمى مثل هذه الحزم الوعائية المشتركة بين الساق والورق " بالحزم المشــتركة " ويسمى جزؤها الموجود فى الساق " بذر بها الورق " (Leaf-trace) وقد تدخل حزمة أو أكثر من كل ورقة الى الساق واذا اتبع سـيرها الى أسفل وجد أن نزولها عمودى من سلاميــة أو أكثر ثم تتحد فى النهــاية بالحزم التى دخلت الساق من الأوراق التى هى أكبر منها عمرا والتى هى موجودة تحتها والحزم فى نزولها تكون كلها على مسافة واحدة من المركز ولذلك فانها اذا نظرت فى قطاع عرضى تظهر مرتبــة على شكل دائرى .

وهناك اختلاف كبير فى طريقة تفرع الحزم واتحادها فى النباتات المختلفة وفى مقدار هــذا التفرع ولكن نظامها يكون بحيث ان الحــزم الوعائيــة فى الأوراق والسوق والجذور تكوّن دائمــا جهازا مستمرا موصلا من أنســجة متواصلة مهيأ خصيصا لتسهيل ايصال العصارة الى جميع أجزاء النبات .

وفى هذا النوع من الساق تشــتمل كل حزمة وعائيــة على ما يأتى من الانسجة :

(أ) الزيلم (Xylem) (ا , ز . شكل ٥١) .

(ب) فلويم (Phloem) .

(ج) طبقة نسيج مريستيمى رقيق الجدار تسمى "كامبيوم الحزمة" .

وهـذه الأنسجة مرتبـة بعضها بجانب بعض بحيث انه اذا رسم نصف قطر من مركز قطاع عرضى من الساق الى الخارج مرّ على الأنسجة الثلاثة ويقع الكامبيوم بين الزيلم والفلويم والزيلم أقـرب الى النخاع . وأما الفلويم فهو بعيد عن النخاع والحزم التى يقع فيها الزيلم والفلويم على ذات نصف القطر تسمى "مجانبة" (Collateral) واذا كانت الحزم تشتمل على كامبيوم كما فى ذوات الفلقتين سميت "مفتوحة" .

(أ) الزيلم — العناصر التى تصادف فى الزيلم هى فى العادة (١) أوعية (٢) قصيبات (Tracheid) (٣) الياف وخلايا ليفية (٤) برانشيمة زيلمية كلها فى العادة ذات جدران خلوية ثخينة ثابتة تشتمل على مادة الليجنوسلولوز (Lignocellulose) وليست النسـبة واحدة فى كل الحـزم فان فى بعض الأحيان تكون بعض العناصر مفقودة بتـة على أن القصـبات (Tracheæ) والقصيبات (Trachied) موجودة دائمـا فى كل أنواع الزيلم .

الأوعية (ول و وم) ليست خلايا ولكنها أنابيب مستمرة طويلة مفرغة كل منها مكوّن من صف من خلايا بعضها فوق بعض وفيها كثير من جدران خلاياها العرضـية قد امتص أو ذاب . وفى بعض النباتات المتسـلقة تكون تجاويف الأوعية بطول تسعة أقدام أوعشرة ومتوسط طول الأوعية بحسب مقاسات الأستاذ (Adler) هى فى خشب البلوط ٤٠ بوصـة وفى البندق وشجر البتولا خمس بوصات وترى فى جدرانها ثخانات إما حلقية أو لولبيـة أو شبكية وقد ترى بها نقر والتى تتكوّن فى الحزمة فى أول الأمر تكون ثخاناتها حلقية أو لولبية فقط وتكوّن ما يسمى "البروتوزيلم" (Proto-Xylum) .

(شـــكل ٥١)

(١) قطاع عرضى من حزمة وعائية من ساق عباد الشمس (مكبرا ١٢٠ قطرا) . تدابير فى الشكل السابق .
(٢) قطاع طولى نصف قطرى فى الحزمة المذكورة . د = نخاع الساق ؛ ز = زيلم ؛ ل = ليفـة ؛ وم = وعاء منقر ؛ م = أنبوبة غربالية ؛ خ = خليـة مرافقة ؛ بر = ألياف بريسيكلية ؛ ند = اندودرم ؛ ك = كامبيوم الحزمة ؛ ول = وعاء لولبى .

فى أول الأمر تشتمل الأوعية على پروتوبلازم فاذا تمت استعملت المادة الحية فى تكثيف جدران الخلايا فاذا اكتمل تكوينها أصبحت أجساما ميتة خالية تقوم بتوصيل الماء .

والقصيبات (Tracheid) تشبه الأوعية فى صفة جدران خلاياها وفى وظيفتها على أنها ليست أجساما مركبة بل خلايا طويلة مفردة وفارغة . والخلايا الليفية طويلة ومحددة الطرفين وهى تشتمل على مشتملات حية وتكون جدران خلاياها ثخينة ومنقوشة أحيانا بنقر صغيرة . والألياف (ل) هى خلايا غليظة الجدران متشابهة قد فقدت مشتملاتها البروتوبلازمية وأصبحت تشتمل على هواء وماء فقط .

وبرنشيمة الزيلم تتركب من خلايا مستطيلة قليلا أطرافها مربعة كليلة وتشتمل الخلايا على مشتملات حية وجدران الخلايا سميكة نوعا وتكون منقرة قليلا وفيها يختزن النشا أحيانا .

(ب) الفلويم — العناصر المكوّنة للفلويم هى : (١) الأنابيب الغربالية (Sieve-tubes) (م) مع خلاياها المرافقة (Companion-cells) (خ) و (٢) مقدار من برنشيمة الفلويم ذات جدران رقيقة وتتركب جدران خلاياها من السلولوز المعتاد .

والأنابيب الغربالية هى خلايا طويلة رقيقة الجدران مرصوفة طرفا لطرف والجدران العرضية أو الطرفية التى تفصل الأنبوبة الغربالية من الأخرى لم تزل تماما كما هو الحال فى أوعية الزيلم ولكنها مثقوبة بمسام مفتوحة بواسطتها تكون مشتملات الأنابيب المجاورة فى اتصال دائم بعضها ببعض وهذه الجدران العرضية المثقوبة تسمى "الألواح الغربالية" (Sieve-plates) واذا بلغت الأنابيب الغربالية اشتملت على بطانة (Lining) رقيقة من مادة

السيتوبلازم بغير نواة . فأما باقى تجويف الخلية فيكون مملوءا بمادة قلوية مخاطية وافرة المادة البروتيدية وكثيرا ماتشتمل على حبيبات نشوية .

هذه الأنابيب الغربالية تقوم بوظيفة ايصال شتى المواد العضوية ولا سيما ما كان منها ذا صفات بروتيدية .

الخلايا المرافقة — هى خلايا ضيقة طويلة توجد على امتداد الأنابيب الغربالية وهى ملأى بمادّة سيتوبلازميه حبيبية تكون فيها نواة دائما وتنشأ الأنبوبة الغربالية وخليتها المرافقة من خلية أم واحدة .

(ج) الكامبيوم (Campium) — يقع الكامبيوم بين الزيلم (ك . شكل ٥١) وبين الفلويم ويشتمل على طبقة من خلايا مرستيمية رقيقة الجدران كل منها على شكل منشور مستطيل ضيق قائم الزوايا بأطراف محدّدة مائلة ويكون الكامبيوم فى السوق الصغيرة السن محصورا فى الحزم الوعائية . أما فى السوق الكبيرة السن فينشأ فى الأشعة النخاعية نسيج مرستيمى جديد يشابه ذلك تمام المشابهة ويسمى "بالكامبيوم البينى الحزمى" (Interfascicular Cambium) وهذا يمتدّ فيها ويصل كامبيوم الحزمة بكامبيوم الحزمة المجاورة لها (كب . شكل ٥٠) ولذلك تجد فى السوق الكبيرة السن اسطوانة رفيعة تامة ذات خلايا متقسمة تظهر فى القطاع العرضى على شكل منطقة ضيقة تسمى "حلقة الكامبيوم" (Campium Ring) وحلقة الكامبيوم تضيف على الزيلم والفلويم عناصر جديدة بالطريقة المشروحة بعد . ولكن فى النباتات العشبية ذات الفلقتين التى لاتعيش طويلا تقف هذه الزيادة فى النمو على عجل وعلى ذلك فلا يكون تأثير هذه الزيادة محسوسا فى هذه النباتات كما هو الحال فى السوق الخشبية المعمرة .

تج ٥٢ : اقطع سوقا طرية صغيرة السن من نباتات عباد الشمس والطرطوفة والفول والبطاطس وأى نبات عشبى آخر شائع وافحص السطوح المقطوعة بعدسة جيب ولاحظ وجود الحزم الوعائية وترتيبها وكذلك النخاع .

تج ٥٣ : ضع بعض سوق صغيرة من نبات عباد الشمس فى مزيج مركب من جزئين من الكؤول المثل (Methylated spirit) وجزء من الماء وابقها فى هذا المزيج لاستعمالها عند اللزوم . واقطع فى ساق يكون قد مضى عليها فى هذا السائل ثلاثة أو أربعة أيام ، قطاعات عرضية بموسى مبلولة بالسائل المذكور وانقل القطاعات الى زجاجة ساعة فيها ماء وبعد أن تبقيها فيه بضع دقائق خذ قطاعا منها وضعه فى نقطة من الماء على لوحة صغيرة من الزجاج وغطها بالغطاء الشيئى وافحصه بأضعف شيئية فى المكروسكوب واعمل رسومات تبين موضع الأجزاء الآتية وصفتها :

(١) البشـــرة .

(٢) القشـــرة .

(٣) البشرة الباطنة .

(٤) الحزم الوعائية .

(٥) النخاع ونسيج الاشــعة النخاعية الموجودة بين الحزم وافحص بعد ذلك بالشيئية القوية واعمل رسومات عن أجزاء صغيرة من الأجزاء المختلفة المذكورة قبل والتفت بنوع خاص الى الزيلم والكامبيوم والفلويم وقارن بشكل (٥١) .

وتبين ما اذا كان الكامبيوم البينى الحزمى قد تكون عرضة الاشعة النخاعية .

تج ٥٤ : خذ قطعة من ساق عباد الشمس طولها ربع بوصــة تقريبا تكون قد حفظت كما هو مبين فى التجربة السابقة واقطع منها قطاعات طولية حتى يمر القطاع فى حزمة وعائية (و يلاحظ فى قطع القطاعات الطولية أن تمرّ الموسى من جانب الى جانب لا من طرف الى طرف) .

ثم افحص أولا بالشيئية الضعيفة ثم بالقوية واعمــل رسومات عن أشكال الخــلايا التى ترى فى البشرة والقشرة والفلويم والكامبيوم والزيلم والنخاع على التوالى .

وتبين أى خلايا القطاع الطولى تقابل الخلايا التى نظرت فى القطاع العرضى .

تج ٥٥ : ادرس تشريح الساق من نبات الفول وغيره من النباتات العشبية الشائعــة من ذوات الفلقتين .

وابدأ فحص القطاعات دائما بأصغر قوة أى بالعين المجردة أو بعدسة جيب جيدة وبعد ادراك نظام الانسجة الشهيرة ادراكا عاما افحصها بالقوات الكبرى على الترقى .

السوق الخشبية المعمرة من ذوات الفلقتين

(ا) انقسام خلايا الكامبيوم — فى الأدوار الأولى من سوق الشجيرات والأشجار يكون نظام الأنسجة وبناؤها مثل ما هو فى النباتات العشبية القصيرة العمر سواء بسواء . فاذا ازداد عمرها زادت فى السمك من سنة الى سنة وفى القطاعات العرضية من مثل هذه السوق السميكة تكون الحزم الوعائية الصغيرة المنعزلة (التى كانت ظاهرة أيام كانت السوق صغيرة السن) رخصة غضة غير ظاهرة مطلقا وأكبر جزء من الجسم المتزايد من الأنسجة فى مثل هذه السوق حاصل من انقسام الخلايا الانشائية (Initial Cells) من حلقة الكامبيوم وكل خلية انشائية من الكامبيوم (ا . شكل ٥٢) تنقسم قسمين بواسطة جدار مواز لسطح الساق . وتبقى احدى هاتين الخليتين على الدوام قادرة على الانقسام. وأما الثانية فاما أن تحوّل مباشرة الى خلية دائمة أوتنقسم مرة أو اثنتين تبقى الخلايا المتولدة تتغير بعدهما بالتدريج حتى تصبح عناصر دائمة والتغير الى خلية أو خلايا دائمة قد يحصل فى إحدى الاثنتين المتولدتين عن انقسام الخلية الانشائية فاذا كانت الخلية الداخلية تتنوع تضاف الى الزيلم (ز) واذا تغيرت الخلية الخارجية زادت حجم الفلويم (ل) وانقسام خلايا الكامبيوم ونموّ الحواصل وتكشفها يستمران من الربيع الى الخريف. أما فى الشتاء فان انقسام الخلايا يقف أو ينقص نقصانا كبيرا وبما أن الكامبيوم يمتدّ على شكل أسطوانة مستمرة داخل الساق فان فى كل فصل نموّ تضاف أسطوانة زيلمية خارج الاسطوانة الموجودة من قبلها ويضاف مثل ذلك على الفلويم من داخله . ومقدار الزيلم الذى يولده الكامبيوم هو دائما أكثر من مقدار الفلويم بكثير وزد على ذلك أن نسيج الفلويم يشتمل على الأخص على عناصر رقيقة الجدران وهذه تصبح صفائح رقيقة بواسطة ضغط الزيلم

(شكل ٥٢)

(شكل ٥٣)

المتمدد والقلف المقاوم . أما الزيلم فبما له من خلايا جدرانها سميكة وأوعية كذلك لايتأثر إلا قليلا بهذه الطريقة . وفى القطاعات العرضية من الجزوع (Trunks) والفروع من الشجر والشجيرات يظهر الكامبيوم للعين كأنه لا يولد إلا زيلما فقط .

(ب) الحلقات السنوية (Annular Rings) العقد — اذا نشرت شجرة على عرضها ونعم السطح المقطوع بأزميل لوحظ فى الخشب عدد من مناطق حلقية (شكل ٥٣ و ٥٤) هذه المناطق تسمى "الحلقات السنوية" ويمثل كل منها النسيج الزيلمى الذى أنتجه الكامبيوم أثناء فصل واحد . ومن ابتداء هذا الفصل الى ابتداء الفصل الثانى تمضى فى العادة سنة كاملة ولذلك ففى الساق التى عمرها سنتان يرى حلقتان والتى عمرها ثلاث سنوات ترى ثلاث حلقات وهلم جرا (شكل ٥٣) .

وأنه نظرا لوجود بعض فروقات بين الزيلم المتكوّن فى بدأ فصل النمو وبين ذلك المتولد فى النهاية يمكننا أن نرى هذه الاضافات السنوية المطردة فى الزيلم على شكل أشرطة ظاهرة وإلا فانه اذا كانت العناصر التى يولدها الكامبيوم كلها واحدة الطبيعة طول حياته لم يكن ممكنا أن تعين النقط التى وقف عندها الكامبيوم أوعاود نموّه .

واذا غاور الكامبيوم النمو فى الربيع أحدث أوعية وخلايا أرق جدرا وأوسع تجويفا من تلك التى يصنعها فى الصيف والخريف فى كل حلقة سنوية وعلى ذلك يرى جزءان مبينان أو أكثرهما (أولا) طبقة من خشب الربيع يتكوّن من أوّل فصل النمو و (ثانيا) طبقة مما يسمى "بخشب الخريف" يتكوّن فى أواخر الصيف والخريف .

وخشب الربيع فى العادة رخو القوام باهت اللون وأوعيته فى كثير من الأشجار من السعة بحيث تبدو للعين كأنها منطقة من المسام .

أما خشب الخريف فهو أصلب قواما وأقتم لونا وعدد أوعيته قليل بالنسبة لخشب الربيع وتكون صغيرة فلا تراها العين .

وكامبيوم الساق مستمر مع كامبيوم الفروع (شكل ٥٤) واذا قطع قطاع طولى منها وجد أن الاضافة السنوية لخشب الساق مستمرة فى الفروع أيضا وان كان مقدارها المضاف سنويا أقل من الزيادة فى كامبيوم الساق وعلى ذلك فتكون الحلقات السنوية فى فرع ما أضيق منها فى ساق عمرها عمر ذلك الفرع .

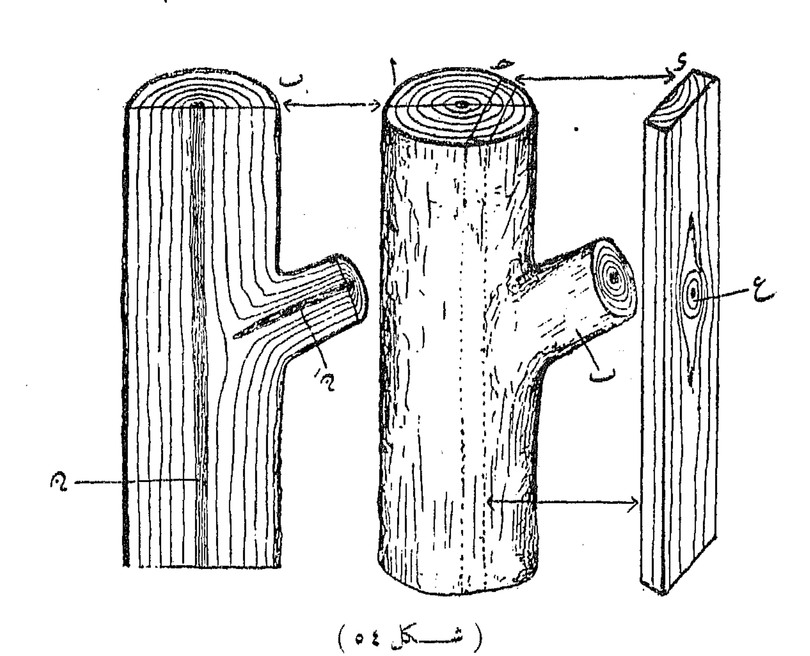
ويلاحظ من الشكل السابق أن الأجزاء القاعدية من أى فرع تصبح مطمورة فى الخشب الذى يضاف على الساق من سنة الى أخرى ولذلك فبقطع لوحة طولية كما هو مبين فى (ح) فان الجزء المطمور من الفرع يقطع قطعا عرضيا تقريبا ويبدو على شكل عقدة بيضية (ع) .

(ج) العناصر التى ينتجها الكامبيوم — الأشعة النخاعية . بما أن الكامبيوم يقع بين الزيلم والفلويم فظاهر أن الزيلم الأولى والفلويم الأولى من الحزم الوعائية المكوّنين أولا لابد أن يدفعا بالتدريج بواسطة الزيلم الثانوى والفلويم الثانوى اللذين ينتجهما الكامبيوم ولذلك ففى السوق الكبيرة السن يرى الزيلم الأولى محيطا بالنخاع فى المركز ويرى الفلويم الأولى بالقرب من الخارج (ج . شكل ٥٦) .

والعناصر المكوّنة للزيلم الثانوى مشابهة لتلك التى تكوّن الزيلم الأوّلى وهى : الأوعية والقصيبات (Tracheid) والالياف والخلايا الليفية والبرنشيمة الخشبية على أن الأوعية والقصيبات لاتكون لولبية التخانة أوحلقية مطلقا بل ذات نقر مضفوفة وثخانات شبكية .

كل هذه العناصر قد تكون موجودة أو قليل منها فقط . مثال ذلك : زيلم شجرة "اليو" (Yew) فانه يشتمل على قصيبات فقط أما جرم الزيلم فى الأشجار المخروطية فيشتمل على القصيبات والبرنشيمة الزيلمية أما خشب أغلب ذوات الفلقتين فيشتمل على هذه العناصر جميعها وعناصر الفلويم الثانوى مشابهة لعناصر الفلويم الأولى أى الأنابيب الغربالية وخلاياها المرافقة والبارنشيمة وفى بعض الأحيان توجد ألياف من الفلويم وخلايا ليفية حيــة وبعد تأدية الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وأكثر برنشيمة الفلويم وظيفتها مدة من الزمن وهى توصيل الغذاء تصبح فارغة وفى الأجزاء الكبيرة السن تضغط هــذه العناصر وتكوّن كتلة غير منتظمة لا يرى فيها تجاويف خلوية واذا كثرت الالياف الفلويمية ذات الجدران الغليظة كما فى شجر الليمون وغيره من الأشجار يظهر الفلويم فى القطاعات العرضية على شكل أشرطة حلقية رفيعة .

وفضلا عن ذلك فان بعض خلايا حلقة الكامبيوم تتغير حتى تصبح خلايا أشعة نخاعية (م . شكل ٥٣) والأشعة النخاعية الأولية الواقعة بين الحزم الوعائيــة المتكوّنة أوّلا فى الساق غير السميكة تمتــدّ بواسطة الكامبيوم البينى الحزمى عنــد ابتداء السماكة فيها ولذلك تمتد دائمــا من النخاع الى ما بعــد الفلويم وتتكوّن أشــعة نخاعية ثانوية جديدة بعد ذلك بواسطة بعض خلايا من حلقة الكامبيوم فى فترات متتابعة غير منتظمة أثناء الازدياد فى السماكة وهــذه الأشعة النخاعية الجديدة تمتد من الحلقات السنوية من الزيلم الذى ظهر فيــه أوّلا الى حلقات الفلويم المقابل فى الجانب الآخر من الكامبيوم ولذلك فهى أى الأشعة النخاعية ذات أطوال مختلفة والأشعة النخاعية تختلف عرضها حتى فى ساق واحدة . ففى بعض الأحوال تكون سماكتها سماكة خلية واحدة وفى القطاعات العرضية لا تكاد تراها العين . أما فى غيرها من أنواع الزيلم



(شــكل ٥٤)

(ا) ساق شجرة عمرها ست سنوات وفيها فرع ف ؛ (ب) قطاع طولى فى نفس الساق يبين كل الحلقات السنوية ماعدا الحلقة الأولى المستمرة فى الفرع ؛ (د) لوحة طولية مقطوعة من ا . (ع) عقدة (قطاع عرضى من الفرع ف) .

(شــكل ٥٥)

فان كثيرا من هذه الأشعة يكون على سماكة عدة خلايا . وفى القطاعات العرضية تلوح على شكل أشرطة نصف قطرية خفيفة اللون ظاهرة وهى فى القطاعات الطولية القطرية ، اذا أمكن رؤيتها ، تظهر كأشرطة عرضية ذات أقطار تجرى من النخاع الى الخارج ويكون للأشعة الأولية أكبر عرض رأسى (شكل ٥٤) .

وفى القطاعات الطولية المشطورة بالميل على نصف قطر الساق لايرى إلا أجزاء صغيرة فقط على شكل بقع أشبه بالنخالة وخلايا الأشعة النخاعية هى على شكل قوالب الطوب وتكون ذات جدران ثخينة منقرة ذات مشتملات خلوية حية تبقى بها مدة طويلة . وهى توصل شيئا من الحاصلات الزادية التى تصنع فى الأوراق وفى الشتاء تخزن بها النشا وغيره من المواد الزادية لاستعمالها فى الفصل التالى ويدور الهواء على كل أجزاء الزيلم والفلويم فى الخلال الخلوية الكائنة بين خلايا الأشعة النخاعية .

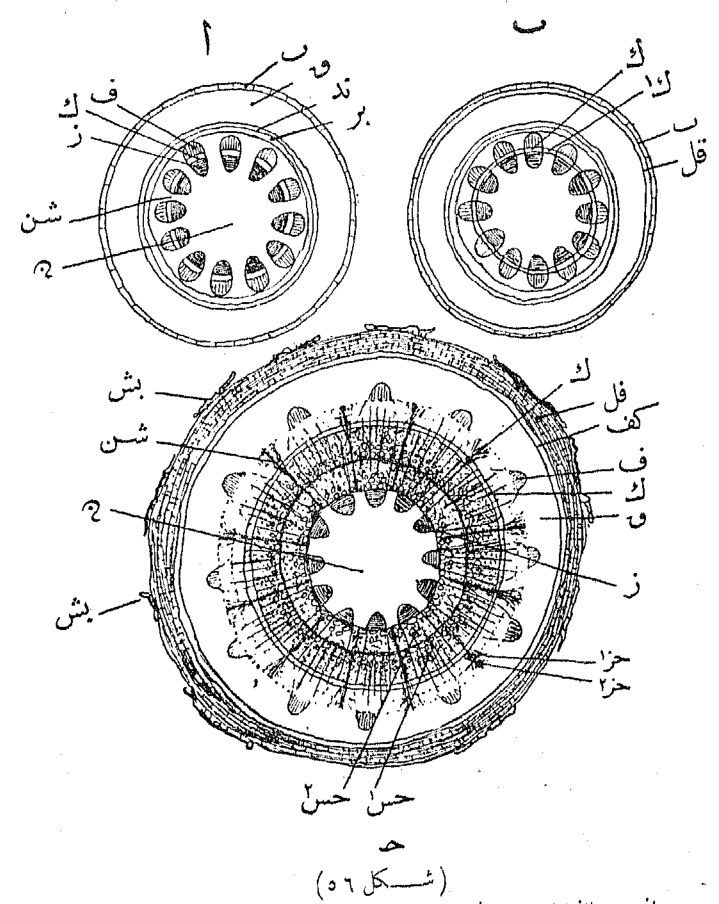
(ى) الخشب الصميمى (Heart-wood) والخشب العصيرى (Splint-wood) .

فى السوق القديمة من البلوط والجوز وغيرهما من الأشجار يكون خشب الحلقات السنوية الموجودة فى مركز الشجرة أثقل وأصلب وأقتم لونا وأجف من خشب الحلقات التى هى بالقرب من الكامبيوم ويسمى هذا الخشب القاتم "بالخشب الصلب" أو "الصميمى" ويسمى التالى المحيط به وهو أفتح لونا من السابق وأطرأ قواما "بالخشب الرخو" أو "الخشب العصيرى" وليس عرض الخشب العصيرى أو عدد الحلقات السنوية التى يشغلها واحدا فى كل الأشجار ولا هى سواء دائما فى نفس أفراد نوعها اذا تساوت أعمارها .

الخشب العصيرى هوالجزء الذى ينقل العصارة وكثيرمن خلاياه البارنشيمية لاتزال حية . فالنشا والسكر وغيرها من المركبات التى يغشاها الفطر تكون فى العادة مخزونة فيها . ولما كانت عرضة للعفن فهى لاقيمة لها فى الاتجار .

أما الخشب الصلب فهو بمثابة دعام قوى لبـاقى الشجرة . فأوعيته لم تعد تحمل ماء و برانشيمة الخشب والأشـعة النخاعية قد فقدت مشمولاتها الحية وتجاويف خلاياه قدّ سدتهـا أنواع شتى من المركبات الصمغية والراتنجية وقد يوجد فيهـا كر بونات الكلس . وتسد تجاويف الأوعية أيضا نتوءات أى بروزات أشبه بالأكياس الممتلئة تسمى "تيلوسات" (Tyloses). وتوجد مادة الدباغ (التنين) وغيرها من المواد الملوّنة فى غشاءات خلايا الخشب الصلب وتجاويفه فى كثيرمن الأشجار . وبعض هذه المواد يكون بمثابة وقايات من غشيان الحشرات والفطر واليها ترجع صلابة الخشب المذكور . هـذا وأنه وان وجد تباين عظيم فى لون الخشب الصلب والخشب العصيرى الرخو فى أشجار البلوط والجوز والتفاح وأنواع شتى من الصنو بر وكثير غير هذه من الأشجار فان هذا الفارق غير ملحوظ للعين فى كثير غيرها من الأشجار ولكن يمكن تمييز الخشب الصلب فى هـذه الأشجار من الخشب العصيرى الرخو بجفافه وان كان يوجد فى بعض الاحيان عدد قليل من الخلايا الحية فى الخشب الذى بهذه الصفة ممتدا فى غضون النخاع حتى فى الأشجار الطاعنة فى السن . والأشجار التى من هذا القبيل عرضة لأن تكون مجوّفة أكثر من تلك التى يوجد فيها الخشب الصلب ملونا .

(هـ) البشرة أو البريدرم (Periderm) — فى السوق العشبية السـنوية والمعمرة تمو البشرة أو الأبيـــدرم والقشرة الأوليـة فى الوقت الذى يكون فيـه الكامبيوم آخذا فى زيادة جرم الزيلم والفلويم فى الاســطوانة الوعائية



(شـــكل ٥٦)

رسم بيانى يبين النمو الثانوى فى ثخانة ساق ذات فلقتين . (ا) ساق صـغيرة السن قبل تكون الكامبيوم البينى الحزمى . (ب) بعد تكون الكامبيوم البينى الحزمى . (ح) الساق نفسها وعمرها سنتان . ب (فى ا و ب) بش (فى ح) = بشرة ؛ ق (فى ا) = قشرة ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ز = زيلم ابتدائى ؛ لك = كامبيوم ؛ ف = فلويم ابتدائى من حزمة وعائية ؛ لك١ = كامبيوم بينى حزمى ؛ د = نخاع ؛ شن = أشعة نخاعية ؛ كف فلوجن أو الكامبيوم الفلى ؛ فل ، فل ؛ ق (فى ح) ، قشرة ثانوية ؛ حس١ وحس٢ = حلقات سنوية من الزيلم الثانوى ؛ حز١ وحز٢ = حلقات من الفلويم الثانوى .

بحيث يبقى غطاء مستمر فى تلك السوق بالرغم من زيادة النمو فى السمك باطنا . حتى فى بعض السوق الخشبية كسوق الميزلتـو (Mistletoe) والهولى (Holly) يثابر الابيدرم على مجاراة الزيلم والفلويم فى نموهما من الداخل عدة سنوات على أن فى غالب السوق الخشبية تمزق البشرة والقشرة بقوة الضغط المسبب عن نمو الزيلم وتحل مكانه أنواع جديدة من الأنسجة تنشأ من انقسام المرستيم وتعرف "بالفلوجن" (Phellogen) أوالكامبيوم الفلى (ا . شكل ٥٥) قد ينشأ هذا الكامبيوم الفلى فى البشرة نفسها أوفى القشرة وقد ينشأ فى البريسيكل من داخل الاسطوانة الوعائية . ويحصل انقسام خلاياه على نحو انقسام خلايا الكامبيوم ولكن هذه الخلايا تنشئ من داخله نسيجا قشريا ثانويا أو "فلودرم" (Phelloderm) (ب) وعلى خارجها فلا (ط) بدلا من انشاء أنسجة زيلم وفلويم . وعلى هذا الفلوجن وحاصلات نموه يطلق لفظ "بريدرم" .

فى غالب السوق الهوائية لايتكون من الفلودرم إلا قليل جدا وقد لايتكون شئ مطلقا . فاذا كان موجودا منه شئ كانت لخلاياه جدران رقيقة ومحتويات بروتوبلازمية وتوجد الكلورو بلاستات عادة فى النسيج اذا نشأت بالقرب من سطح الساق .

ونسيج الفل المتكون بواسطة الفلوجن يحمى داخل الساق من الاضرار الميخانيكية و يقى الساق أن تفقد ماءها بالنتح . والفل من وجهة أخرى ردىء التوصيل للحرارة فهو يحمى الفلوجن والكامبيوم حماية فعلية من الحرارة المفرطة فى الصيف ومن الصقيع فى الشتاء .

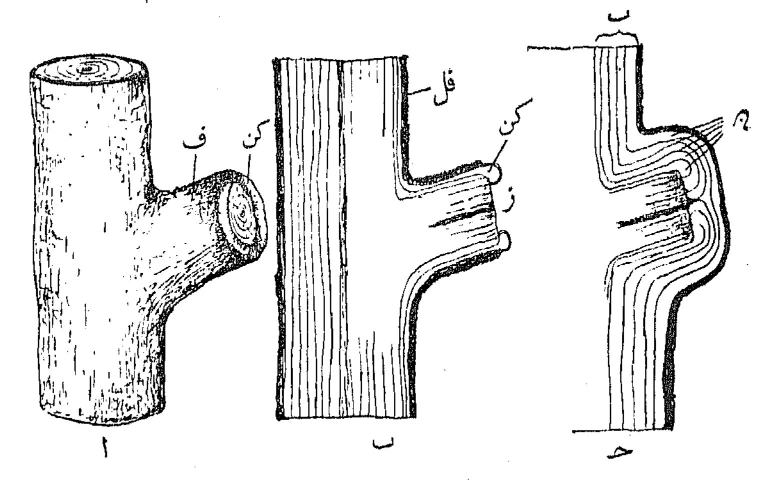
وهو يشتمل على عدد من طبقات من الخلايا مكدسة بعضها بجوار بعض على هيئة صفوف شعاعية منتظمة (ج) وسرعان ماتموت هذه الخلايا وتصبح

ملأى من الهواء ، وجدرانها رقيقة فى الغالب ذات لون ضارب الى السمرة ولا تقبل تسرّب المـاء أو الغازات من خلالها والفل الذى يستعمل سدادات للقنانى والدوارق يقتطع من النسيج الفلى السميك ومن شجر البلوط الفـلى

لما ينشأ الفلوجن فى طبقة عميقة من الخلايا الفليّة أو فى البريسيكل تصبح كل الأنسجة الكائنة خارجا عنها مقطوعة عن المـاء الغذاء بواسطة الفل المتكوّن . وهذه الأنسجة تجف تبعا لذلك وتكوّن هى والفل ما يسمى "بالقلف" (Bark) فى عرف النباتيين وان كان هـذا اللفظ انمـا يطلق فى الكلام المتعارف على كل الانسجة الكائنة خارج كامبيوم الساق .

و يوجد على السطح الخارجى من بشرة أكثر الفروع والسوق الخشبية بقع صغيرة سمراء اللون أو بيضاؤه منتشرة هنا وهناك وهذه تسمى "بعديسات" (Lenticels) وترى هـذه العديسات واضحة على درنات البطاطس وصغار الفراخ من أشجار التفاح والكمثرى . أما على الفراخ العادية فهى تنشأ فى المواقع التى تحدث فيها الثغور (Stomata) فى البشرة وتكون وظيفتها إذ ذاك ادخال الهواء فى غضون البشرة حتى يصل الى الخلال الخلوية من الأشعة النخاعية وغير ذلك من أجزاء الساق .

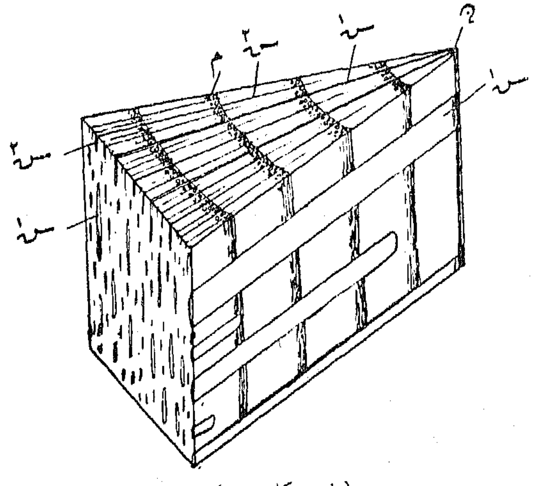
(و) اندمال الجروح على السوق الخشبية — الجروح التى تصيب الأجزاء البرنشيمية الطريئة من السوق العشبية ، والأوراق ، والدرنات ، والثمار تندمل بسرعة بتكوّن طبقة من الخلايا الفلية الناشئة من الخلايا التى كشفها الجرح ولم يصبها ضرر . وذلك أنه اذا تكشف الخشب البالغ من ساق أو فرع (ف ، شكل ٥٧) تغطى بما يمتدّ شيئا فشيئا من نسيج يصنعة الكامبيوم على الأخص . فان الكامبيوم الذى كشفه الجرح ، والخلايا الصغيرة من الزيلم والفلويم تنشئ فى المبدأ كتلة من نسيج برنشيمى طرى يسمى "الكنب" (Callus).



(شكل ٥٧)

(ا) ساق فيها فرع ف مقطوع ، كن = كنب (ب) قطاع طولى من ا ؛ كن = كنب كوّنه الكامبيوم المكشوف ؛ ز = زيلم مكشوف من الفرع .

(حـ) قطاع طولى بعد أن تغطى الزيلم المكشوف من الفرع تغطيا كليا بنمو خمس سنوات (د)



(شكل ٥٨)

رسم بيانى يرى منظر قطعة من الخشب مأخوذة من شجرة عمرها خمس سنوات : مقطوعة قطعا نصف قطرى ، ومماسيا .

د = نخاع ؛ ش١ = أشعة نخاعية ابتدائية ؛ ش٢ = أشعة نخاعية ثانوية ؛ م = منطقة زيلم الربيع : الاسفنجى .

(كن) سرعان ما يتكون فى الأجزاء الخارجية منه كامبيوم فلى . أما فى داخله فينشأ كامبيوم يتولد منه زيلم وفلويم نهائيا ، ومن ثم تمتد الأنسجة الجديدة التى أنشأها الكامبيوم عاما فعاما الى الداخل شيئا فشيئا فوق الخشب المكشوف . (ف) حتى تتصل الأطراف بعضها ببعض وبعد ذلك يبقى الكامبيوم كطبقة ممتدة فوق السطح المجروح (ج . شكل ٦) واعلم أن الخشب الجديد المتكون إذ ذاك على شكل طاقية تغطى جميع الخشب القديم المكشوف (ف) لا يتحد بالفعل مع القديم ولذلك يمكن معرفة موضع الجروح القديمة فى الخشب فى القطاعات . ولو كانت الجروح قد نمت نموا كاملا ودفنت فى الأنسجة التى تكونت بعد ذلك أثناء النمو حتى لم يعد يرى علاقة خارجية تدل على وجودها . ويتوقف طول الوقت اللازم لتغطية جرح ما على حجمه ، وعلى مقدار قوة نمو الكامبيوم وتغذيته . والجروح التى يكون القطع فيها سويا أسرع الى الاندمال من الجروح المفرّضة ، ولذلك يحسن اذا قطعت فروع كبيرة بالمنشار أن تشذب الحواف المكشوفة من الكامبيوم أو تقلم بأزميل حاد أو سكين . ويجب فى الجروح التى يكون فيها جزء كبير من خشبها القديم عاريا لا يمكن أن ينمو عليه النسيج السابق الوصف فى وقت قصير ، أن يغطى هذا الجزء من السطح المجروح بالقطران المعروف بقطران استوكهولم أو بمادة معقمة شبيهة بذلك يدهن بها الجرح ليمنع تعفنه .

تج ٥٦ : اقطع فروع صفصاف مختلفة العمر بين سنة واثنتين وثلاثة ونعم السطح المقطوع بسكين حاد . ولاحظ الحلقات السنوية فى كل منها واعمل قطاعات طولية من عساليج الصفصاف ولاحظ نظام النمو السنوى حيث تتصل قطعة بأخرى أصغر منها بسنة (قارن ذلك بشكل ٥٣) واعمل ملاحظات كهذه عن غير الصفصاف من الأشجار الشائعة ما استطعت .

تج ٥٧ : افحص ألواحا من أنواع مختلفة من الخشب . لاحظ نظام الحلقات السنوية على الجوانب وعلى الأطراف . حاول أن تعين هل قطعت الألواح من قرب وسط الأشجار أم من خارجها ؟ لاحظ أيضا توزع العقد وحجمها .

تج ٥٨ : اقطع كتلا (كما فى شكل ٦٢) من أنواع شتى من الخشب المعتاد . وافحص كلا منها بالعين المجردة ثم بعدسة الجيب . لاحظ هل توجد بها أوعية واسعة فى المنطقة الربيعية من الحلقة السنوية وعدد الأشعة النخاعية وسعتها وغير ذلك من المميزات الأخرى فى قطاعات عرضية وطولية ؟

تج ٥٩ : لاحظ وضوح الخشب الصميمى من القطاعات العرضية من شجرة اللبخ وغيرها من الأشجار . واختبر ما اذا كان الخشب العصيرى أصلب أو أرخى من الخشب الصميمى .

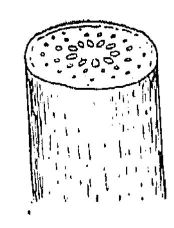
تج ٦٠ : لاحظ نموّ الكنب (Callus) عند حافة الجرح حيث قطع فرع سميك نوعا من شجرة مشمش أو غيرها .

تج ٦١ : هيئ قطاعات عرضية من ساق نبات قطن صغير ، وضعها فى نقطة من الماء أو الجليسرين واعمل عن الأجزاء صورة تخطيطية كما تراها بالشيئية الضعيفة ثم استعمل بعد ذلك الشيئية الكبرى من المكروسكوب واعمل رسومات عن قطع صغيرة من البشرة والقشرة والفل والفلوجن والفلويم والكامبيوم والزيلم والنخاع والأشعة النخاعية .

اقطع قطاعات طولية من ساق القطن المذكورة وافحص مختلف الأجزاء واعمل عنها رسوما تخطيطية .

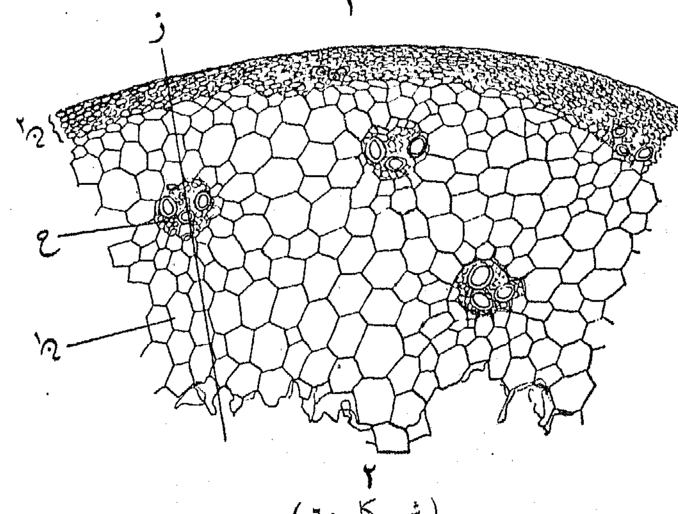
سوق ذوات الفلقة

يرى فى القطاعات العرضية من ساق ذوات الفلقة المفردة فرق ظاهر فى نظام الحزم الوعائية عما يرى فى ذوات الفلقتين فهى بدلا من أن تكون منتظمة فى حلقة مفردة تبدو مبعثرة فى دوائر عديدة غير منتظمة فى غضون النسيج الأساسى (شكل ٥٩ ، ٦٠) والعادة فى القشرة أن تكون ضيقة جدا وغير ظاهرة ويندر وجود نخاع متميز . وأما الحزم فهى موجودة فى الورقة والساق كما فى ذوات الفلقتين ولكنها عند دخولها من الورقة تنحنى بالتدريج الى الداخل الى قرب وسط الساق ثم تنحنى الى الخارج ثانيا ، وفى النهاية تتصل بغيرها من الحزم بالقرب من خارج الساق . وفضلا عن هذه الفروق فان القياس يرى أن الأجزاء التى هى أكبر سنا من تلك السوق أى الأجزاء التى وقفت عن الاستطالة لاتكون أسمك من الأجزاء الصغيرة بالقرب



(شـــكل ٥٩)

قطاع عرضى فى ساق نبات هليون صغير (مكبرا ثلاث مرات) .



(شـــكل ٦٠)

(١) قطاع عرضى فى ساق نبات شعير . ح = حزم وعائية ؛ د١ = نسيج أساسى ؛ حـ = تجويف فارغ (مكبرا أربعة عشر قطرا) . (٢) منظر القطعـة ا مكبرة . د٢ = خلايا ثخينة الجدران من النسيج الاساسى والبشرة ؛ د = خلايا رقيقة الجدران من النسيج الأساسى ؛ ح = حزمة وعائية (مكبرا ٩٠ قطرا) .

من الطـرف ومعنى ذلك أن السوق فى أكثر ذوات الفلقـة المفردة لا تزداد فى السمك بمجرّد انقطاع نموها فى الطول .

وعدم هذه القدرة على الازدياد فى السمك راجع الى أن الحزم الوعائية خالية من نسيج كامبيومى وأن ليس بها مرستيم يتكوّن فى النسيج الأساسى إلا فى بعض أحوال خاصة نترك البحث فيها الآن وتسمى الحزم الوعائية التى ليس فيها كامبيوم "بالحزم المقفلة" (Closed Bundles) وفى أكثر نباتات الفصيلة النجيلية تكون أوعية الزيلم فى كل حزمة قليلة العدد ، وتبدو فى القطاعات العرضية منتظمة على شكل رقم ٧ (شكل ٦٠ و ٦١) ، ويكون الوعاء القريب من مركز الساق حلقيا . وأما باقى الأوعية فتكون تخاناتها لولبية . فأما القصيبات فليست غير شائعة ، وأما البرانشـيمة الزيلمية الرقيعة الجدر فهى موجودة دائمـا .

والفلويم الذى يقع بين الأطراف السائبة من الزيلم الذى على شكل رقم ٧ يشتمل كلية على أنابيب غربالية وخلايا مرافقة . فأما النســيج الأساسى الذى يحيط بكل حزمة مباشرة فهو فى الجملة سميك الجدر ويكون بمثابة دعام ميكانيكى ووقاية للأجزاء الطريئة من الحزمة ويوجد مثل هذا النسيج الأساسى الغليظ الجدار تحت البشرة بمقدار أكبر من ذلك أو أقل فأما الباقى فيكون نسيجا رقيق الجدران .

تج ٦٢ : اعمل قطاعات من سوق الذرة الشامى والهليون ولاحظ بواســطة عدسة جيب منتشر نظام الحزم الوعائية (شكل ٦٠) .

تج ٦٣ : اعمل قطاعات رقيقة عرضية من ساق القمح أو الشعير . وافحصها بالشيئية الضعيفة من المجهر ولاحظ سمك الجدران الغليظة من خلايا البشرة والنســيج الأساسى المجاور . لاحظ الحزم الوعائية المنتثرة والمركز المجوف . اعمل رسما تخطيطيا عن حزمة وعائية واحدة كما ترى بالشيئية الضعيفة المجهرية ولاحظ أن لا كامبيوم بها .

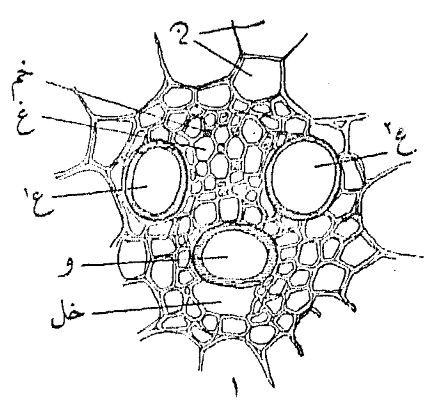
خذ قطعتين أو ثلاثة من قش الشعير أو القمح طول كل منهما سنتيمتر تقريبا وا كبسها حتى تكون مفرطحة وامسك بها بين أصبعيك ثم اقطع منها قطاعات طولية . يمر بعضها فى حزمة وعائية كاملة وبعضها فى جزء منها ثم افحص القطاعات أولا بالشيئية الضعيفة وثانيا بالشيئية القوية واعمل رسوما تخطيطية عن البشرة وعن النسيج الأساسى الرقيق الجدران والسميكها وعن الأوعية المستديرة أو الحلزونية من الزيلم .

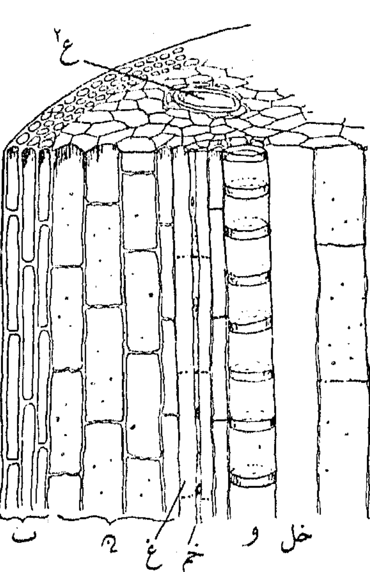
الجــــــذر

اخرج جزء من الجذر الصغير السن أى الجزء الذى يقابل بشرة الساق فى وضعه يشتمل على طبقة مفردة من الخلايا تسمى "الطبقة الشعرية" (Piliferous) وعملها المهم المباشر امتصاص السوائل المائية من التربة . فى قطاع عرضى (٢ . شكل ٦٢) مأخوذ عند نقطة ليست بعيدة عن الطرف الأقصى من الجذر يرى عديد من خلايا هذه الطبقة زائد الاستطالة ، هذه هى الشعور الجذرية التى سبق الكلام عنها فى الفصل الثالث . وجدران الخلايا كلها رقيقة وغير ذات أديم ، ثم هى سريعة الانفاذ للماء ، فتختلف بذلك عن خلايا البشرة التى تغطى الأجزاء الظاهرة فوق سطح الأرض .

وتحت الطبقة الشعرية توجد القشرة (ق) وهى متصلة بنفس النسيج الأساسى الموجود فى الساق . وخلايا القشرة بارنشيمية فى العادة رقيقة الجدران كثيرة الخلال الخلوية . أما الكلوروبلاستات فكثيرا ماتكون مفقودة ويعزى الى فقدانها هذا اصفرار اللون فى معظم الجذور الحديثة وأدخل طبقة من القشرة وهى ماتسمى "البشرة الباطنية" (Endoderms) أو الأندودرم (ند) واضحة الظهور فى الجذور . خلاياها ملتحمة بعضها ببعض على شكل دائرة منتظمة ، وهو نظام يمنع تسرب الغازات من الخلال الخلوية فى القشرة الى الأنسجة الموصلة للماء فى الأسطوانة المركزية (Central Cylinder) . أما انتقال الماء من الشعور الجذرية والقشرة خلال الأندودرم الى أنسجة الاسطوانة المركزية المشار اليها فلا يعترضه شئ .

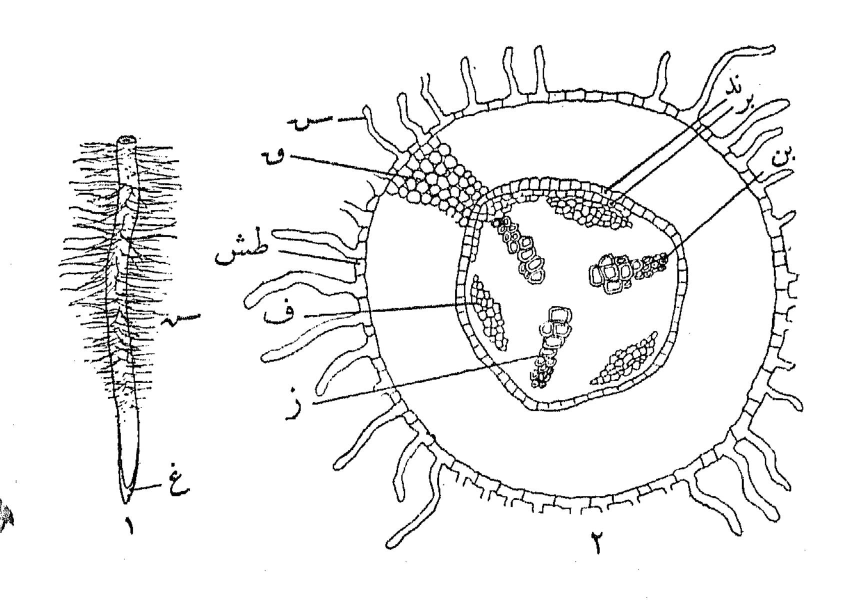
أمام صفحة ١٣٢





(شــــكل ٦١)

(١) قطاع عرضى من حزمة وعائية فى ساق شعير (مكبرا ٤٢٠ قطرا) .
(٢) قطاع طولى فى جزء نسيج أساسى وحزمة وعائية على استطالة ز فى الشكل السابق .
ب = بشرة وخلايا نسيج أساسى سميك الجدران ؛ د = خلايا نسيج أساسى رقيق الجدران ؛ غ = أنبوبة غربالية ؛ خم = خلية مرافقة من الفلويم ؛ و = وعاء حلقى ، ع١ ، ع٢ أوعية اولبية من الزيلم ؛ خل = خلال خلوية .



(شـــكل ٦٢)

(١) جذور بازلاء صغيرة السن . ش = شعيرات جذرية من الطبقة الشعرية ؛ غ = غطاء جذرى . (قدرا لحجم الطبيعى مرتين) .

(٢) قطاع عرضى فى جذربازلاء صـغير بالقرب من ش فى ا . ش = شـعيرات جذرية ؛ ق = قشرة ؛ طش = طبقة شعرية ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ز = شريط زيلم ؛ بن = بروتوزيلم ؛ ف = شريط فلويم . (مكبرا ٤٨ قطرا) .

والاسطوانة المركزية فى أغلب الجـذور أقصر قطرا منها فى الساق وأقل برنشيمة وان كانت الأولى ممتدة من الأخرى . أما أهم الفروق بين السوق والجذور فهى فى ترتيب الأنسجة فى الأسطوانة المركزية فالبريسيكل (بر) يشتمل على طبقة واحدة من الخلايا أوعدّة طبقات كما هو الحال فى بريسيكل الساق . من هذا النسيج الباطنى تنشأ كل الجـذور الثانوية وهذه يحتم عليها أن تخترق القشرة المحيطة بها حتى تبدو على الجذور من الخارج (أنظر شكل ٩) وكذلك الأجزاء الزيلمية (ز) والفلويمية (ف) من الحزم الوعائيـة فانهـا مرصوفة على التبادل جنبا الى جنب على امتداد أنصاف أقطار منفصلة مرسومة من مركز الجذر وبينهـا شئ من النسيج الأساسى على شـكل شرائط صغيرة وهذا يخالف ما فى الساق اذ الحزم الوعائية فيها مقترنة متصلة .

و زد على ذلك أن أول مايتكوّن من عناصر الزيلم الأولى الضيق الفوهـة تكون أقربها الى الخارج . أما فى الساق فانه يكون أقرب الى المركز وتوصف الجذور تبعا لعدد شرائط الزيلم المنفصلة بأنها ثنائيـة الشرائط أو ثلاثيتها كما فى شكل(٦٢) أومتعددة الشرائط اذا كانت الشرائط فى الأولى اثنتين وفى الثانية ثلاثة وفى الثالثة أكثر من ذلك .

وعدد سـطور الجذور الثانوية يطابق فى العادة عدد شرائط الزيلم الأولى فى الجذر الأصلى ، كل سطر متكوّن من البريسيكل فى موازاة شريط من الزيلم وتولد الزيلم الأولى فى كل الجذور يسير الى الباطن و يغلب أن يستمر فى ذلك حتى تجتمع الشرائط وتتحد فتكوّن كتلة المركز وتشغل فراغ النخاع كله . ومع ذلك فان النخاع يوجد فى بعض الجـذور ولا سيما جذور ذوات الفلقة المفردة من النباتات .

وتزداد جذور النباتات المعمرة فى الغلظ فى نفس الوقت الذى تغلظ فيه السوق ولكن نظرا لاختلاف وضع الأنسجة الأولية لايكون أول تكوّن الكامبيوم فيها كما هو فى الساق . فان الكامبيوم يتكوّن فى الجذور من النسيج الأساسى على باطن شرائط الفلويم ثم فى البريسيكل الموازى للزيلم الأولى ، وعلى ذلك ففى القطاعات يظهر الكامبيوم فى أول أدوار وجوده كشريط مموّج من المريستيم (٢ ك . شكل ٦٣) .

واذا أخذ الكامبيوم فى النمو النشط ضاع الحدّ المتموج على عجل ولاح كأنه حلقة بسيطة من المريستيم تحدث الزيلم الثانوى والفلويم الثانوى . بطريقة مشابهة لاحداث كامبيوم الساق العادية .

وفى الجذور التى تزداد فى الغلظ ينشأ فلوجين فى البريسيكل وهو ينتج كفلوجين السوق المزدادة فى السمك ، فلا من الخارج وفلودرم من الداخل ويترتب على تكون حلقة من الفل بواسطة الفلوجين ذبول كل الأنسجة الخارجة بالنسبة له وتكمشها وهى الأندودرم والقشرة الأولية والطبقة الزغبية ، أما الأجزاء التى هى أكبر من تلك سنا فانها بعد أن تصبح مغطاة ببريدرم واق لها تفقد قدرتها الامتصاصية ولا تعمل إلا عمل موصل للمحاليل المائية التى تمتصها الأجزاء الحديثة التى لا يزال عليها الشعر الجذرى . ولبيان هذا الغطاء الجذرى الخاص الذى يغطى النقط النامية من كل الجذور تقريبا أنظر صفحتى ١٢٩ و ١٣٠ (شكل ٦٣) .

تج ٦٤ : انقع بعض بزور من البازلاء والشعير فى الماء مدة ست ساعات أو سبع واتركها بعد ذلك تنبت على ورقة نشاف رطبة أو خرقة مبللة كما فى التجربة الثالثة . واذا ظهرت الشعرات الجذرية فافحصها بعدسة واعمل عنها صورا تخطيطية ملاحظا مكان أصلها على بعد من الطرف النهائى .

واقطع بملقط قطعة من الجزء الخارجى من الجذر حتى تكون الشعيرات فيها وضعها فى ماء وافحصها أولا بالشيئية الضعيفة من الميكرسكوب ثم بالقوية .

تج ٦٥ : اعمل قطاعات عرضية من جذر فولة أو بازلاء صغير السن مارا بالجزء الذى يحمل الشعيرات وضعها مدة ٢٠ دقيقة فى ماء چافيل (تجربة ٧٠) واغسلها ثم ضعها فى جليسرين ثم افحصها أولا بالشيئية الضعيفة من الميكرسكوب . ولاحظ الطبقة الشعرية التى تحمل الشعرات الجذرية والقشرة البرنشيمية والاسطوانة الوعائية المركزية واعمل عن ذلك صورا ثم افحصها بالشيئية القوية واعمل رسومات عن شرائط الزيلم والفلويم وعن البريسيكل والاندودرم .

تج ٦٦ : اعمل قطاعات عرضية فى الأجزاء الكبيرة السن من جذور البازلاء أو الفول بالقرب من حيث ابتدأت الجذور الجانبية فى الظهور. واغسلها ووضحها بماء چافيل . وضعها فى الجليسرين واعمل صورة عن قطاع منها يرى الجذور الجانبية وهى تخترق طريقها فى القشرة .

الأوراق الخوصية (Foliage leaves)

تتألف الأوراق من نفس الأنسجة التى تتألف منها الساق والجذر أى من البشرة والحزم الوعائية والنسيج الأساسى ولكن نظام هذه الأنسجة وتركيبها فى الورقة مخالف لها فى الساق والجذر فالحزم الوعائية الآتية من الساق تجرى فى الورقة . وفى ذوات الفلقتين تتفرع مرارا فى مستوى واحد حتى تكوّن شبكة رقيقة من الخيوط . وهذه توصل العصارة الى أجزاء الورقة ومنها وفى نفس الوقت تقوم مقام صقالة يقوم عليها النسيج الأساسى. أما فى ذوات الفلقة المفردة فان الأفرع الأصلية من الحزم وهى التى تدخل الورقة فتسير موازية بعضها لبعض وتربطها خيوط مائلة أصغر من تلك والحزم الوعائية فى الورقة "محدودة" مقفلة دائما إذ لا حاجة الى كامبيوم متنشط فى أجزاء النبات التى هى محدودة النمو كهذه الأجزاء و بما أن الحزم تنحنى اذ تخرج من الساق داخلة فى الورقة بلا التواء فان الزيلم يقع أقرب ما يكون من السطح الأعلى من الورقة والفلويم أقربها الى السطح الأدنى واذا استثنينا فقدان

الكامبيوم فان الحزم الوعائية الكبرى فى الورقة تشابه تلك التى فى الساق . على أن زيلم الشرائط الرفيعة يشتمل على عناصر ذات تخانات لولبية فقط والأطراف النهائية من الحزم التى تنتهى مقفلة فى خلايا النسيج الأساسى من ذوات الفلقتين انما تتكوّن من قصيبيات فقط .

أما نسيج الفلويم فيحصل اختزال فى عناصره : كلما اقتربنا من طرف الحزمة رأينا أن الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة يحل محلها خلايا مفردة لا تمتدّ الى نطاق العناصر الزيلمية من الحزمة . ويحيط بكل حزمة من الورق نسيج غمدى من البرنشيمة متصل مع برنشيمة اسطوانة الساق الوعائية . هذه الأغماد الحزمية توصل المواد الكربوايدراتية من الورقة الى الساق وكثيرا ما تشتمل على حبوب نشوية صغيرة .

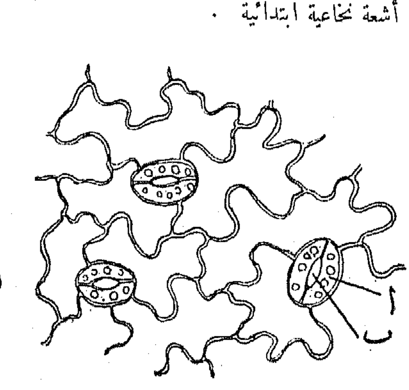
والبشرة تغطى كل الورقة وهى كبشرة الساق المتصلة بها تشتمل على طبقة مفردة من الخلايا جدرانها الظاهرة ذات أديم (Cuticle) واق .

واذا نظرت الى السطح (شكل ٦٤) وجدت الخلايا تقع متضامة بعضها الى بعض إلا حيث تكون الثغور . ويشتمل كل ثغر على خليتين منحنيتين على شكل هلالين منتفخين تسمى كل منهما "الخلية الحارسة" (Guard-cell) وهاتان الخليتان متصلتان بأطرفهما بحيث يبقى بينهما ثقب أشبه بالشق . ويجرى الثقب فى البشرة الى غرفة هوائية (Air-chamber) كبيرة نوعا . كائنة فى باطن النسيج الأساسى من الورقة مباشرة . وهذه الغرفة متصلة بالمسافات الخلالية المملوءة بالهواء والتى هى منتشرة فى كل ورقة وحصول التغير فى انحناء الخلايا الحارسة ينقص من حجم الثقوب الثغرية أو يزيدها ، فاذا كانت الخلايا شديدة الانحناء كان الثقب متسع الفتحة واذا كانت مستقيمة كان الشق مقفلا . والثغور آلات مهيئة خصيصة بانطلاق بخار الماء فى عملية النتح (Transpiration)

أمام صفحة ١٢٦

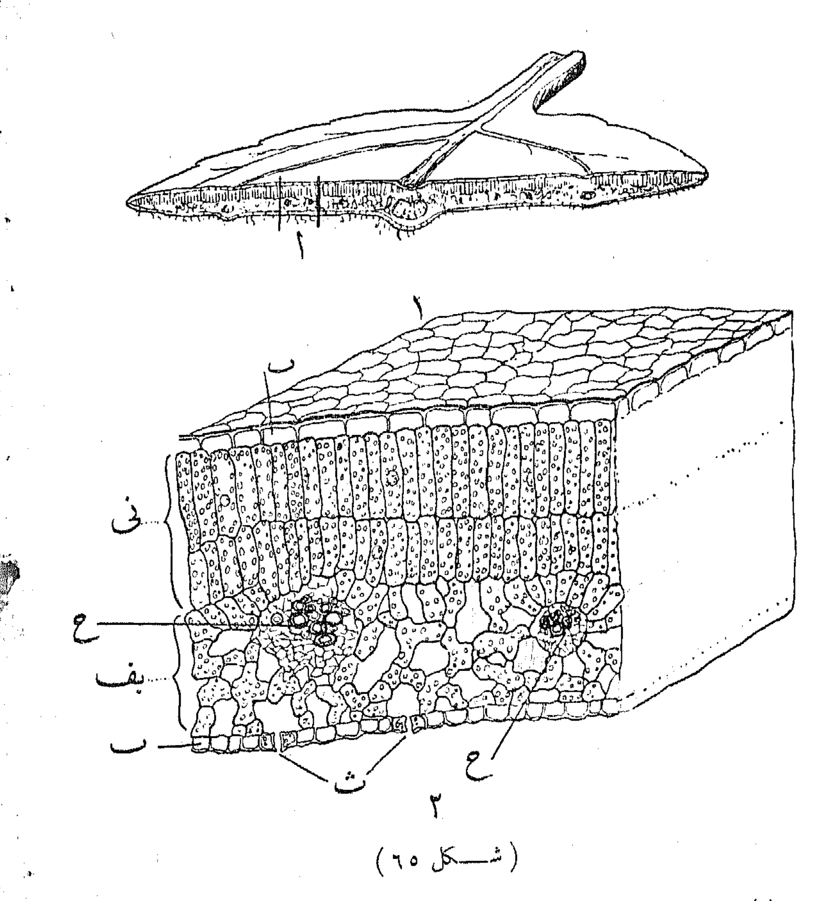
(شكل ٦٣)

رسم بيانى يرى فى النمو الثانوى تخانة جذر ذات فلقتين . (١) قطاع عرضى من جذر صغير السن جدا . (٢) قطاع عرضى من المذكور بعد أن كوّن الكامبيوم (ك) شريطا متواصلا . (٣) نفسه بعد اذا أخذ الجذر فى الثخانة مدة ما . طش = طبقة شعرية ؛ ق = قشرة ابتدائية ؛ ند = اندودرم ؛ بر = بريسيكل ؛ ف = فلويم ابتدائى ؛ ز = زيلم ابتدائى ؛ ك (C) = كامبيوم ؛ ف١ = فلويم ثانوى ؛ ز١ = زيلم ثانوى ؛ ق١ = قشرة ثانوية ؛ شن (S′) = أشعة نخاعية ابتدائية .



(شكل ٦٤)

منظر سطحى لبشرة ورقة الفول (ا) خليتا الثغر الحارستان ؛ (ب) الفتحة الكائنة بينهما . (مكبرا ٣٢٠ قطرا) .



(شـــكل ٦٥)

(١) قطاع عرضى بيانى فى ورقة (٢) منظر مكبر للقطعة ا من القطاع المذكور . ب = بشرة ؛ ث = ثغور ؛ نى = برنشـيمة عمادية ؛ بف = برنشيمة أسفنجية ؛ ح = حزم وعائية . (مكبرا ١٦٠ قطرا) .

وهى متعلقة أيضا بتبادل الغازات ذلك التبادل الذى يجرى بين الجو والهواء الموجود فى باطن النبات أثناء عملية التنفس (Respiration) والتمثيل .

ونسيج الورقة الأساسى هو امتداد من قشرة الساق ويسمى "الميزوفيل" (Mesophyls) . وهو فى الأوراق المفرطحة العـادية نوعان مفترقان همـا (١) البرنشيمة العمادية (.Palisade Par) التى توجد تحت البشرة العليا من الورقة و (٢) البرنشيمة الاسفنجية (.Spongy Par) وهذه تمتد بين النوع الأول وبين البشرة السفلى . وفى شكل (٦٥) صورة قطاع عرضى لورقة هذا والخلايا المكونة للنسيج العمادى ، اسطوانية نوعا ، خلاياها طويلة على زاوية قائمة مع سطح الورقة وليس بينها من المسافات الخلالية إلا قليل جدًا . أما خلايا البرنشـيمة الاسفنجية فهى مفرطة فى عدم الانتظام فى الصـورة وتحتوى مسافات خلالية كبيرة .

هذا وخلايا الميزوفيلة تشتمل على عديد من الكلوروبلاستات وأكثر ماتكون هذه فى الخلايا العمادية وهذا مضافا اليـه فقد المسافات الخلالية هو سبب مايرى فى السطح الأعلى من الورقة من الاخضرار الزائد عن اخضرار السطح الأسفل .

تج ٦٧ : اسلخ قطعة من البشرة السفلى من ورقة فول وضعها فى المـاء . أنظر عدم الانتظام فى داير جدران الخلايا والطريقة التى بها يتصل بعضها ببعض . اعمل عن هذه صورا وعن الثغور وخلاياها الحارسة وافحص بهذه الطريقة أيضا البشرة السـفلى لأوراق اللفت والبرقوق والتفاح والبصل والنجيليات وغير ذلك من النباتات الشائعة . ولاحظ شكل الشعيرات الموجودة .

تج ٦٨ : اقطع خمس قطع أو ستا من نصول ورقة البرقوق بحيث يكون عرض كل قطعة ثمن بوصة تقريبا وطولها نصف بوصة . ضعها بعضها فوق بعض وامسك بها بين أصبعيك . واقطع منها قطاعات عرضية . وثبت بعضا من القطاعات الرقيقة جدًا فى المـاء وافحصها أولا بالشيئية الضعيفة من المجهر ثم بالشيئية القوية وافحص الأجزاء التى تراها وهى :

(١) البشرتان العليا والسفلى ونواهما ومادتهما الاولية (بروتوبلاسم) والعصارة الخلوية الرائقة .

(٢) النسيج العادى من طبقات عدة .

(٣) البرانشيمة الاسفنجية التى يوجد بها كثير من المسافات الخلالية . وربما أمكن رؤية قطاعات ثغر أو اثنين فيها .

تج ٦٩ : اقطع قطاعات عرضية فى أعيار أنواع مختلفة من الورقة وأعناقها (Petiole) أنظر وارسم موضع الزيلم والفلويم من الحزم الوعائية المقطوعة عرضا . ولاحظ صفاتها . وأنظر أيضا غلظ جدران الخلايا المحيطة بالحزم وطبيعة محتوياتها وارسم ذلك أيضا .

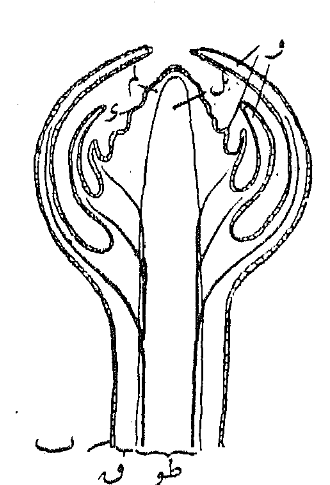
تج ٧٠ : حضر قليلا من ماء جافيل بأن تذيب أولا أوقيتين من كربونات الصودا فى باينت (٥٧٠ر٠ لتر) من الماء ثم أضف اليه أوقية من مسحوق التبييض ودع المخلوط يهدأ بعد تحريكه وصف السائل الرائق فى زجاجة محكمة السدادة وابقها بعد ذلك فى ظلام .

واجمع قليلا من الأوراق الرقيقة واقتلها بغمسها فى الماء الغالى دقيقة واحدة . ثم ضع هذه الأوراق فى شىء من ماء جافيل بضع ساعات ثم اذا ابيضت انتزعها منه واغسلها فى الماء مدة ساعة أو اثنتين ثم ثبتها بعد ذلك فى جليسرين والفحصها بالشيئية الضعيفة من المجهر وانظر تشعبات الحزم وأطرافها وكذا عمد الحزم البرنشيمى . ووجه الشيئية فى النظر الى السطح ولاحظ صورة الثغور وعددها وحجمها وكذلك الشعيرات (شكلى ٦٦ و ٦٧) .

نقط النمو فى السوق والجذور

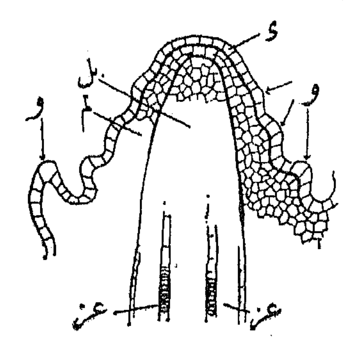
نقط النمو أو المناطق التى يحدث فيها تكوّن آلات وأنسجة جديدة كائنة عند أطراف السوق والجذور .

(١) نقطة نمو الساق — قمة الساق محتواة تمام الاحتواء ومحمية بالأوراق الصغيرة السن (شكل ٦٦) وهى تتركب من كتلة مرستيمية على شكل قبة من المرستيم منها تشقق كل الأنسجة المختلفة التى سبق شرحها فى الساق البالغة والورقة المدركة . والخلايا التى تكوّن المرستيم منتظمة الشكل فى الحجم والصورة تقريبا خلاياها رقيقة الجدران غنية بمادّة البروتوبلاسم .



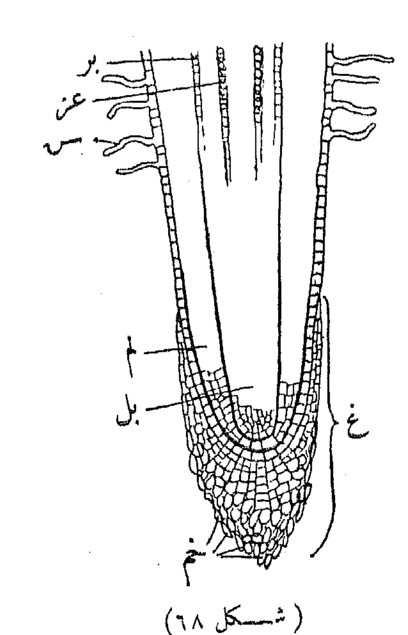
(شكل ٦٦)

قطاع عرضى بيانى مارا بقمة ساق . ى = الدرماتوچين الذى ينشئ البشرة ب ؛ ق = القشرة الناتجة من البريبلم لم ؛ طو = الاسطوانة الوعائية الناتجة من البليروم بل ؛ و = ورق .



(شكل ٦٧)

منظر مكبر لقمة الساق فى الشكل السابق . ى = درماتوچين ؛ لم = بريبلم ؛ بل = بليورم ؛ عز = أوعية البروتوزيلم ؛ و = أوراق أولية .



(شـــكل ٦٨)

قطاع طولى من قمة جذر . بل = بليروم ؛ لم = بريبلم ، خم = الخلايا الخارجية الميتة والآخذة فى الموت من الغطاء الجذرى غ ؛ بر = بريسيكل ؛ عز = أوعية البرتوزيلم ؛ ش = شعيرات جذرية . (مكبرا ٦٠ قطرا) .

واذا قطعنا قطاعا عرضيا مناسبا مارا بنقطة النمو رأينا غالبا ثلاث طبقات متميزة بعضها عن بعض (شكلى ٦٦ و ٦٧) . فتغطى القمة طبقة مفردة (د) تسمى "الدرماتوجينة" (Dermatogen) وهذه تنقسم فقط بواسطة الجدران على زاوية قائمة مع السطح وتكون بشرة النبات وتأتى بعد الدرماتوجينة البريبلمة (Periblem) (لم) التى منها تنشأ القشرة . وقد يكون سمك هذه الطبقة عند أعلى القمة سمك خلية واحدة . أما فى الأجزاء التى هى أكبر من ذلك سنا فان الانقسام يحدث فى عدة اتجاهات و بذلك تتكون طبقة تحدث من عدة طبقات .

وتشغل مركز نقطة النمو كتلة صلبة من المريستيم تسمى "البليرومة" (Plerome) (بل) تنشأ منها الاسطوانة الوعائية . و فى هذه الاسطوانة ، على مسافة قريبة من القمة ، يبتدئ ظهور تباين (Differentiation) الحزم الوعائية .

وأول ما ترى أوراق النبات على شكل نتوءآت صغيرة (و) على سطح نقطة النمو والأنسجه المشتركة فى تكوين هذه النتوءات هى الدرماتوجينه وجزء البريبلمة . والفروع التى تخرج فى اباط الأوراق تنشأ من الدرماتوجينه والبريبلمة . أما البليرومة فليست مختصة بتكوين الأوراق أو الفروع .

(١) نقطة نمو الجذر — تختلف قمة الجذر عن قمة الساق اختلافا كبيرا وذلك أن المرستيمة فى قمة الساق توجد دائما داخل برعم وتكون محمية من المؤثرات الخارجية المؤذية بالأوراق الابتدائية التى تميل محنية على البرنشيمة على أن الجذور لاتنتج أوراقا وانما يصون الخلايا المرستيمية الغضة الموجودة فى قمة كل جذر غطاء من الخلايا يقال له "القلنسوة الجذرية" (Root-cap) .

وزد على ذلك أنه اذا بلى ظاهر القلنسوة أو مات من أثر التربة التى ينمو فيها الجذر حدثت اضافات خلوية لباطن القلنسوة حيث تتصل مع المريستيمة و يرى فى شكل (٦٨) أغلب نظام الأنسجة شيوعا عند طرف الجذر .

الجزء الباطنى من المريستيمة الذى يولد الاسطوانة الوعائية هو البريلومة (بل) وحوله البربلمة (لم) التى تنشأ منها قشرة الجذر الأولية وهذه الأجزاء من المريستيمة والقمة مطابقة من جميع الاعتبارات لتلك الموجودة فى قمة الساق . أما الجزء الخارجى من المريستيمة فهو يسمى "كاليبتروجينة" (Calyptrogen) او الطبقة المكوّنة للقنسوة . وهى بدلا من أن تبقى طبقة مفردة كما هو حالها فى الساق تنقسم بجدران موازية للسطح وأخرى عمودية عليه أيضا وبذلك تتكوّن قلنسوة (غ) كثيرة الطبقات . وكثيرا ما تصير الطبقة الباطنة المفردة من الخلايا (المتولدة فى الكاليبتروجينة) الطبقة الشعرية التى سبق الكلام عنها . فأما بقية الخلايا التى تتكوّن دائما نحو الخارج فهى التى تصير القلنسوة الجذرية الأصلية .

تج ٧١ : انقع بعضا من بزور الفول والبازلاء ودعها تنبت . ناذا ظهر طرف الجذير للعين من النقير فانزع قشرة البزرة واقطع قطاعات عرضية من الجذر الصغير . ضعها مدة نصف ساعة فى ماء جافيل (أنظر تج ٧٠) ثم اغسلها فى الماء وثبتها فى جليسرين مخفف . افحص هذه أولا بالشيئية الضعيفة من المجهر ثم بالقوية . اعمل رسما يبين مجمل نظام الأجزاء المنظورة أى قلنسوة الجذر والبليرومة والبربلمة .

حاول أن تحضر قطاعات من قمة جذور الذرة والبازلاء وغيرهما من البزور الكبيرة .

تج ٧٢ : اقطع قطاعات فى قمم السوق وهى داخل البراعم الطرفية من الأشجار الشائعة . عالجها وافحصها كما سبق الشرح . لاحظ وارسم الأجزاء المنظورة وارقب أول ابتداءات الأوراق .

الجزء الثالث

فسيولوجيا النبات

الجـــزء الثالث

فسيولوچيا النبـات

الفصـــل الحـادى عشــر

تركيب النباتات الكيماوى

١ — يجب علينا بعد اذ عرفنا بنية النباتات ظاهرها و باطنها أن نتقدّم الى درس العمل الذى تؤديه الأجزاء على اختلافها لحفظ حياة النبات .

ويسمى هذا الفرع من علم النبات "بالفسيولوچيا" (Physiology) .

بين الأنواع الراقية من النباتات أجزاء وأنسجة شتى مهيأة للقيام بوظائف خاصة أى أنواع من الأعمال الفسيولوچية ؛ فالأجزاء والأنسجة التى تؤدى بها هذه الوظائف تسمى "أعضاء النبات" (Plant Organs) .

ويجدر بنا فى المبدأ أن ننبه الى أن كل الوظائف على اختـلافها تتوقف على مادة البروتو بلازم الحيــة ، والى أن عملها وقوتها للقيام بهذه الوظائف قياما تاما ، انمـا هو مرتبط ببعض الشرائط الخارجيــة وهى وجود الحرارة الملائمة ، والمدد الكافى من المواد الغذائية ، وتوفر مقدار خاص من الضوء فى حالة النباتات الخضراء وكذلك تعرضها لأوكسيچين الجوّ فاذا لم تتوافر هذه الشرائط حدث الموت وبطلت به الظواهر الحيوية المختلفة .

وتنقسم وظائف النباتات الى قسمين :

(١) الوظائف الغذائية — هذه مختصة بامتصاص مدد الغذاء واصطناعه وتخصيصه فهى لذلك مهيأة خاصة ببقاء حياة الفرد .

(٢) الوظائف التناسلية — هذه مختصة بتوليد أفراد جديدة وحفظ النوع .

٢ — يجب علينا قبل فحص عملية التغذية بالتفصيل أن نعرف شيئا عن المواد التى تدخل فى تركيب النباتات . اذا احتفر نبات جديد من الأرض ووضع فى فرن محمى الى درجة فوق درجة غليان الماء قليلا كان تكون ١٠٥ م ، ١١٠ م فانه يفقد شيئا من وزنه بسبب خروج الماء من أنسجة النبات . فاذا استمرت عملية التجفيف أبد بضع ساعات انطرد كل الماء من عصارة الخلية ومن مادة البروتوبلازم وجدران الخلايا ولم يبق من النبات إلا مادته الجامدة .

هذه البقية أى المادة الجافة تشتمل على مركبات كثيرة كيماوية مختلفة الأنواع بين عضوية وغير عضوية ، اذا أحرقت تركت وراءها مقدارا قليلا من رماد لا يقبل الاحتراق لونه أبيض أو ضارب الى الصفرة وهذا الرماد متكوّن من مركبات غير عضوية اهم مؤلفاتها كان قد امتص من التربة بواسطة جذور النبات .

وفى الجدول الآتى بيان لمقدار الماء والمادة الجافة والرماد فى ١٠٠ جزء بالوزن من البزور والثمار والأوراق وغيرها من أجزاء النباتات الشائعة :

أنواع	ماء	مقدار المادّة الجافة	الجزء القابل للاحتراق	رماد
القمح (حبوب)	١٤٫٣	٨٥٫٧	٧٦٫٥	٩٫٢
الشعير	١٤٫٣	٨٥٫٧	٧٢٫٧	١٣٫١
الشوفان	١٤٫٣	٨٥٫٧	٧٥٫٧	١٠٫٠
الفول	١٥٫٠	٨٥٫٠	٧٩٫٥	٥٫٥
بزر اللفت...	١١٫٨	٨٨٫٢	٨٤٫٣	٣٫٩
التفاح	٨٤٫٨	١٥٫٢	١٤٫٨	٠٫٤
جذور الجزر	٨٥٫٠	١٥٫٠	١٤٫١	٠٫٩
درنات البطاطس	٧٥٫٠	٢٥٫٠	٢٤٫١	٠٫٩
الحشائش وهى خضراء ...	٨٠٫٠	٢٠٫٠	١٨٫٠	٢٫٠
البرسيم	٨٦٫١١	١٣٫٨٩	١٢٫٢٢	١٫٦٧
ساق البطاطس وورقه ...	٨٥٫٠	١٥٫٠	١٣٫٤	١٫٦

ومقدار الماء فى البزور الناضجة هو قليل نسبيا يتراوح متوسطه بين ١٠ ، ١٥ فى المائة . فأما فى الثمار الطريئة والجذور اللحمية والدرنات والأوراق الخضراء والأعضاء الخضراوية الغضة فيندر أن يقل مقدار الماء فيها عن ٧٥ فى المائة وقد يبلغ ما بين ٧٥ و ٩٠ فى المائة من مجموع وزنها . ونسبة الرماد فى المادة الجافة من الحبوب والجذور الطرية والدرنات هى فى الجملة أقل بكثير منها فى الأوراق وقلف النباتات .

تج ٧٣ : زن قطعا من الجزر واللفت والبطاطس والتفاح والشمليك كلا منها على حدة فى أطباق فخارية ثم اقطع كلا منها قطعا كثيرة صغيرة الحجم . وضع الأطباق ومحتوياتها فى فرن دافىء أو فرن مائى وزنها كل ثلاث ساعات ولاحظ مقدار ما تفقده من الوزن .

تج ٧٤ : كرر التجربة السابقة بأوراق البطاطس واللفت واللبخ وغيره من الأشجار وكذا أوراق الحشائش المقطوعة حديثا ودقيق الغلة جميعه ودقيق الفول جميعه .

٣ — المادة الجافة من نبات ما تشتمل على : مقدار قليل من مواد غير عضوية لم تستعمل امتصت من التربة ، ومقدار كبير من المركبات المختلفة العضوية صاغها النبات من المواد الغذائية التى امتصتها من التربة والهواء .

واذا أعطينا قائمة بالمركبات التى تصادف فى باطن النباتات احتاج الأمر الى مجلد ضخم على أن الأمر غير محتاج هنا الى وصف شئ غير المواد العضوية المهمة التى منها يتكون جرم النبات . وقد تقسم هنا قسمين .

(١) مواد غير أزوتية (٢) ومواد أزوتية تبعا لما اذا كانت المركبات تشتمل على نتروجين أو لا تشتمل .

(١) المواد العضوية غير النتروجينية .

أهم أنواع هذا القسم هى الكاربوايدرات والدهون والحوامض المذكورة بعد .

(١) كاربوايدرات — هذه المركبات تكوّن أكبر جزء من جسم النباتات . وتشتمل على كاربون وايدروچين واوكسيچين .

والايدروچين والأوكسيچين موجودان فيها بنفس النسبة التى يوجدان عليها فى المـاء . وأهم المواد الكربوايدراتية هى أنواع السكر والنشا والأنيولين وأنواع السلولوز وأنواع البنتوزان .

(٢) أنواع السكر — كل أنواع السكر تقريبا حلوة المذاق قليلا أو كثيرا . وهى توجد فى الغالب ذائبة فى العصارة الخلوية . وأشيع أنواعه الجلوكوز والفراكتوز وقصب السكر والمولتوز .

(١) الجلوكوز أى الدكستروز أو سكر العنب (ك٦ يد١٢ ا٦) يوجد فى أغلب الفواكه ولا سيما فى العنب الذى يشتمل عصيره على مقدار يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ فى المـائة أما التفاح الناضج فيشتمل على متوسط من السكر مقداره يتراوح بين ٧ و ١٠ فى المـائة ويشتمل الكريز على ٩ الى ١٠ فى المـائة ويشتمل البرقوق على مقدار بين ٣ و ٥ فى المـائة من هذا السكر .

(٢) الفراكتوز أى سكر الفواكه أوليڤيولوز (ك٦ يد١٢ ا٦) يوجد فى الفواكه الناضجة أيضا مرافقا لسكر العنب . وكلا نوعى الدكستروز والليڤيولوز يختزل محلول فهلينج ، وهما قابلان للاختمار مباشرة بالبيستة (الخميرة) (Yeast) .

تج ٧٤ : أذب ٣٥ جراما من سلفات النحاس فى ٥٠٠ سـ م م من المـاء وضع على ماعون المحلول ورقة مكتوبا عليها حرف (ا) ثم أذب ١٦٠ جراما من البوتاسا الكاوية و ١٧٣ جراما من نوترات الصوديوم البوتاسيوم فى ٥٠٠ سـ م م من المـاء وضع عليها ورقة مكتوبا عليها حرف (ب) فاذا خلطت مقدارين متساويين من ا و ب بعضهما بعضا تجهز لديك المحلول المعروف بمحلول "فهلينج" . (ويجب حفظ كل من المحلولين ا و ب منفصلين ولا يمزجان إلا عند الحاجة الى محلول فهلينج فانه يفسد اذا حفظ طويلا) .

اعصر بضع نقط من عصارة العنب فى أنبوبة اختبار تشتمل على ١٠ سـ م م من محلول فهلينج . وسخن الأنبوبة وما فيها على مصباح بنصن (Bunsen flame) وانظر الراسب المحمر من أوكسيد النحاسوز . (تج ١١) اختبر عصارة البرقوق الناضج وغيره من الفواكه بنفس الطريقة .

(٣) سكر القصب أو سكروز (ك١٢ يد٢٢ ا١١) يوجد فى العصارة الخلوية من السوق والجذور فى كثير من النباتات ولا سيما قصب السكر والبنجر اللذين نستخرج منهما هذا النوع للاتجار به .

وعيدان سكر القصب تشتمل على مقدار يتراوح بين ١٥ و ٢٠ فى المـائة والبنجر من ١٢ الى ١٦ فى المـائة من هـذا الكربوايدرات وهو يختلف عن السكرين السابقين فى أنه لا يختزل محلول فهلينج ولا يمكن تخميره بالخميرة مباشرة . واذا غلى مع حوامض مخففة أو أثر فيه انزيم (الانڤرتاس) الذى يوجد فى الخميرة وفى كثير من أنسجة النباتات تحلل الى مخلوط من الدكستروز والليڤيولوز يسمى "السكر المقلوب" .

تج ٧٥ : اغسل بعض قطع البنجر فى المـاء .
(أ) اختبر بعض المحلول لمعرفة ما اذا كان به سكر مما يختزل محلول فهلينج أم لا كما فى (تج ٧٤)
(ب) خذ ١٠ سـ م م من محلول وأضف اليها ثلاث نقط أو أربعا من حامض الكلوريدريك القوى واغل الجميع مدة ٢٠ دقيقة وبعد معادلة الحامض بمحلول من كربونات الصودا اغله وأعد فحصه بمحلول فهلينج .

(٤) مولتوز (ك١٢ يد٢٢ ا١١) هو نوع من السكر مكوّن بتأثير الانزيم دياستاز فى النشا وهو يوجد فى بزور شعير البيرة المستنبتة (Malt) وغيره من الحبوب المستنبتة . وهو قابل للاختمار بواسطة الخميرة مباشرة ويختزل محلول فهلينج ولكن ليس بدرجة سكر العنب .

(ب) النشا (ك٦ يد١٠ ا٥) يوجد هذا الكربوايدرات على شكل حبوب عضوية صغيرة الحجم صلبة متركبة من طبقات عديدة بعضها فوق بعض ومنتظمة

حول نواة أو سرة تكاد تكون مركزية ، على أنه قد يرى نواتان أو أكثر فى نفس الحبة فتسمى الحبة إذ ذاك "مركبة" وحبوب النشا تكونها بلاستيدات الخلايا عادة وأفر ماتكون فى الجذور والدرنات والحبوب حيث تكون بمثابة مخزن من الغذاء المدخر . ويوجد النشا فى حبوب الغلال الجافة بنسبة ٥٠ الى ٧٠ فى المائة من وزنها وفى البطاطس بنسبة ١٠ الى ٣٠ .

وحبوب النشا تختلف حجما وشكلا حتى فى نفس النبات على أنها فى بعض النباتات ذات خصائص ممتازة فى شكلها وأبعادها حتى ليستطاع تمييزها تحت الميكروسكوب . فحبوب النشا المستخرجة من درنات البطاطس منبسطة بيضية بلا انتظام . حجمها كبير بالقياس الى غيرها ونواتها غير مركزية (Excentric) (رقم ١ . شكل ٦٩) .

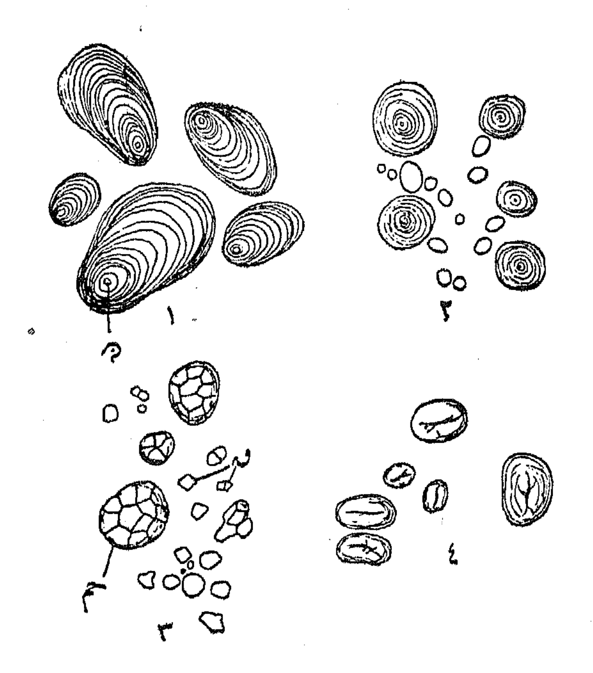
وفى القمح والشعير يوجد من هذه الحبوب فى خلايا الاندسبرم ماهو كبير وصغير وكلاهما مفرطح على شكل بزر العدس وله نواة مركزية .

أما فى فلقات بزور البازلاء والفول وغيرهما من النباتات القرنية فان الحبوب بيضية وعلى شكل الكلوة (كما فى رقم ٤ . شكل ٦٩) وفيها شقوق متشععة فى وسطها .

وتكون الحبوب فى الشوفان بيضية مركبة جزئياتها المركبة لها صغيرة وزاوية (Angular) .

وتسمى المادة التى تكون الحبة "بالنشا" أو "الاميلوز" ويوجد منها على ما يظهر نوعان مختلفان اختلافا يسيرا واذا عوملت بمحلول اليود انقلب لونها أزرق بنفسجيا قاتما .

وانزيم الدياستاز يحولها الى مولتوز وكثير من المواد القابلة للذوبان من المواد الكربوايدراتية الشبيهة بالصمغ وهذه تسمى "دكسترينات" .



(شكل ٦٩)

(١) حبوب نشوية من البطاطس : ن = نواة الحبة (٢) حبوب نشوية من القمح .
(٣) حبوب نشوية من الشوفان ؛ حم = حبة مركبة ؛ ق = قطع من حبة مركبة .
(٤) حبوب نشوية من الفول . (مكبرا ٣٦٠ قطرا) .

قد كان العالم "ناجيلى" وغيره يرون أن حبة النشا تشتمل على مادتين هما "الجرانيولوز" و "السلولوز النشوى" و "الفارينوز" الذى يبقى كمتخلف غير قابل للذوبان إذا عوملت حبوب النشا باللعاب أو بالأحماض المخففة ؛ على أن هذا المتخلف لم يكن موجودا فى حبوب النشا من قبل ولكنه حاصل فعل المذوبات المستعملة وعليه فهو كما قال العالم ماير "أميلو دكسترين" واذا غلى النشا مع الأحماض المخففة استحال جلوكوزا ودكسترينا . وإذا غلى مع الماء انتفخ النشا وكوّن عجينة فالوذجية القوام غير قابلة للذوبان . وإذا عرضت لحرارة جافة أو حمصت الى درجة ١٥٠ — ٢٠٠ انقلب النشا أسمر واستحال الى نوع من الدكسترين .

وتشتمل حبوب النشا فى بعض الأحيان على مادة الأميلوز ومعها مقدار من الأميلودكسترين وهذا ينقلب أحمر اللون كالنبيذ اذا عومل بمحلول من اليود.

ويحصل على النشا التجارى بواسطة فصله فصلا ميكانيكيا من درنات البطاطس بعد هرسها أو من حبوب القمح والذرة .

تج ٧٦ : اقسم بزرة من القمح والشعير والذرة والأرز عرضيا بسكين وا كشط بلطف جزءا صغيرا من الاندسبرم وثبته فى الماء وافحص حبوب النشا بالقوّتين الصغرى ثم الكبرى وانظر هل هى بسيطة أم مركبة ولاحظ صورتها وحجمها النسبى وكذا شكل السرّة وموضعها فى كل من هذه الحبوب .

تج ٧٧ : اقطع بزرة فولة و بازلاء مارا بالفلقتين وكذا اقطع درنة بطاطس . وا كشط الجزء المقطوع بحد السكين وانقل الحبوب النشوية المتحصلة الى نقطة من الماء على لوحة زجاجية . وافحص صورة الحبوب النشوية وحجمها وشكلها ودوّن ذلك .

تج ٧٨ : اقطع أجزاء رقيقة من قطعة من درنة بطاطس وكذا من بزرة قمح . وافحصها بالقوّة الصغرى واعمل رسما عن الحبوب النشوية الموجودة داخل الخلايا المنظورة .

تج ٧٩ : اعمل محلولا قويا من يودور البوتاسا فى الماء وأضف اليه بعض بلورات من اليود واترك المخلوط مدة اثنتى عشرة ساعة وهزها من آن لآن ليسهل تحلل اليود . فاذا ذاب اليود كله فأضف إليه ماء آخر حتى يصبح لون المخلوط كميتا (أحمر كالنبيذ) .

عند فحص حبوب النشا فى التجارب السابقة (٧٦ — ٧٨) ضع نقطة من هذا المحلول بالقرب من حدّ قطعة الغطاء الزجاجى الشيئ حتى يجرى ماء النقطة تحت الزجاجة وتتصل بحبوب النشا ولاحظ تغير لون حبوب النشا .

تج ٨٠ : استخرج مستحلبا من الدياستاز كالآتى : هز خمس حبات من مسحوق المولت (الشعير بعد انباته وفصل الأجنة عنه) بخمسين سم م من الماء البارد وبعد تركه راكدا مدة أربع ساعات رشّحه لتحصل على محلول رائق . ثم اطحن قليلا من النشا فى الماء أو ليكن الطحن فى هاون . وصب قليلا من المخلوط فى دورق سعته ٢٠٠ سم م فيه ماء غال . فاذا برد فصب ٢٠ سم م تقريبا من هذه العجينة الرقيقة من النشا فى ثلاث أنابيب اختبارية . بيّن وجود النشا باضافة بضع نقط من محلول اليود المذكور فى تج ٧٩ الى أنبوبة من الثلاث . وأضف الى الاثنتين الباقيتين ٣ سم م أو ٤ من خلاصة الدياستاز وسخنهما الى درجة ٦٠ مئينية . واختبر وجود النشا فى احدى هاتين الأنبوبتين بأن تأخذ كل خمس دقائق بضع نقط بشناطة تضيفها إلى محاليل مخففة من اليود بعد أن تكون قد وضعته فى عدة أنابيب .

بعد مدّة ينقلب النشا سكرا ودكسترين . فاذا حصل ذلك فاختبر وجود السكر بواسطة محلول فهلينج .

تبين هل تؤثر عجينة النشا الرقيقة فى محلول فهلينج . اذا لم يضف اليها دياستاز مطلقا .

السلولوزات — يتركب هيكل النبات الصلب من جدران خلوية بينها البروتوبلازم . وتكون هذه الجدران فى أول عهدها رقيقة ثم يغلب أن تغلظ من تراكم طبقة من المادة فوق طبقة على باطن الجدران حيث تتلامس بالسيتوبلازم . واذا كانت الخلايا فى حالة انقسام وكانت الجدران فى حالة تكوّن ترى هذه على صورة طبقات رقيقة من مادة السيتوبلازم ممتدّة فوق الخلايا الآخذة فى الانقسام . وفى عملية التغلظ تبدو الطبقات الجديدة كأنما تكوّنت

من تحوّل الطبقات الخارجية من السيتوبلازم وذلك لأنه اذا حدث غلظ فى جدار خلية شوهد نقص تدريجى فى المشتملات البروتوبلازمية من الخلية حتى لا يبقى من هذه المشتملات شىء فى تجويفها .

وقد جرت العادة بتسمية المادة المكونة لجدار الخلية "بالسلولوز" كأنما هو مادة كيماوية مفردة . على أنه يعرف الآن من هذا السلولوز أنواع مختلفة . وتتركب جدران خلايا النبات من مخاليط أو مركبات من هذه السلولوزات مع غيرها من المواد .

فأما مايسمى "بالسلولوز الأصلى" فيمكن الحصول عليه من وبر القطن وألياف الكتان بواسطة معالجة الأخيرة بمواد كيماوية شتى لازالة المواد المتحدة معها أو المختلطة بها . فما السلولوز إلا كربوايدرات له ذلك الرمز النظرى الذى تمثله (ك٦ يد١٠ ا٥) . هذا السلولوز الأصلى غير قابل للذوبان فى الأحماض ولا القلويات المخففة ولكنه يذوب فى أوكسيد النحاسيك النوشادرى وفى محاليل كلورور الزنك المركزة الحارّة وغيرها من المذوبات واذا عومل السلولوز بحامض الكبريتيك واليود معا أوزنك اليود ازرقّ لونه . واذا عومل بحامض الكبريتيك وحده استحال الى سكر دكستروز .

وهناك نوع آخر من السلولوز يوجد فى جدران خلايا الأنسجة المتخشبة . فاذا حصل عليه خالصا من المواد المتحدة معه أو المختلطة به تبين أن هذه الأنواع مختلفة عن السلولوز الناتج من وبر القطن فى بنائها الكيماوى أكثر من اختلافها فى تركيبها النظرى المشار اليه . فهى تشتمل على نسبة مئينية من الأوكسيچين أكثر قليلا من ذلك وتكون أضعف مقاومة للعملية الهيدروليتية ولا تعطى إلا مقادير صغيرة من سكرى الدكستروز والمنوز اذا هى عوملت بحامض الكبريتيك ، وزد على ذلك أن الدهيد الفورفورال ينتج اذا تأدرتت

(Hydrolysed) سلولوزات من هذا القبيل من حامض الايدروكلوريك المخفف . وجدران خلايا الأنسجة الاندسبرميـة وفلقات البزور متكوّنة من مواد هيميسلولوزية وهى من الاختلاف عن النوعين المذكورين فى خواصها الكيماوية بحيث لا تستحق أن تدرج فى سلك السلولوزات مطلقا . إلا من حيث انها تشابه الآخرين فى مظهرهما وأنها هى المواد التى يتكوّن منها بعض جدران الخلايا . وأنواع الهيميسلولوزات سهلة الأدرتة بواسطة الأحماض والقلويات المخففة فتستحيل الى سكر الجلاكتوز والمنوز والبنتوز . ولا يوجد أى نوع من السلولوزات المذكورة على حالة نقاوة فى النباتات مطلقا ، وانما تكون متحدة أو مختلطة بمواد أخرى تكوّن ثلاثة أنواع أصليـة مما يسمى "بالسلولوز المركب" كما هو مبين فيما يلى :

(١) بيكتوسلولوزات — هذه مركبات أو مخاليط متألفة من السلولوزات الأصلية مع البكتوز . واذا أدرت الأخير مع الأحماض أو القلويات المخففة يعطى مادة بكتين التى هى مادة تتجاتن (Gelatinise) بسهولة . والجدر الخلوية من القطن الخام وألياف الكتّان وغيره من الألياف غير الخشبية وكذلك غالب الأنسجة البرنشيمية ولا سيما أنسجة الجـذور اللحمية والثمـار كالجزر واللفت والتفاح والكمثرى تتكوّن فى الغالب من هذا النوع من السلولوز المركب .

ويؤكد مانجن (Mangin) أن أوّل الجدر التى تتكوّن أثناء انقسام الخلية انما هى من البكتوز على الأخص . فأما الطبقات المسمكة الثانوية من أغلب الجدران الخلوية غير الخشبية فهى مكوّنة من سلولوز وبكتوز معا .

ويلحق بالبكتوسلولوزات مواد الميوكوسلولوزات المتكوّنة من سلولوز ومواد أخرى تعطى محاليل لزجة اذا أذيبت فى المـاء . وتوجد هـذه المواد فى العادة فى بعض الجذور والثمـار .

(٢) الاديبوسلولوزات — تظهر الجدر الخلوية من النسيج الفلى كأنها مؤلفة على الأخص من مادة دهنية أو شمعية تسمى "سوبرين" (Suberin) متحدة مع مقدار قليل جدّا من السلولوز وبهذه المواد تلحق الكيوتوسلولوزات التى تكوّن الجدر الخلوية فى بشرة النباتات . وتشبه المـادة المعروفة بالكيوتن (Cutin) مادة السوبرين مشابهة قريبة فى تركيبها وخواصها . واذا عوملت الجـدر السوبرينية أو الكيوتينية بمـادة كلورزنك اليود انقلبت سمراء ضاربة الى الصفرة وهما غير قابلتين لنفوذ المـاء منهما وعلى ذلك فهما يمنعان فقدان المـاء من الأنسجة المغطاة بهما . فأما أن الكيوتن والسوبرين هما حاصلان ناتجان من تحوّل مادة السلولوز مباشرة فهى مسألة لم تحل حتى الآن .

(٣) اللجنوسلولوزات — تتكوّن الجدر الخلوية فى النسيج الخشبي فى النباتات من لجنوسلولوزات وهذه مركبات متجانسة من :

(ا) سلولوز أو اكسيسلولوز .

(ب) بنتوزان وهذا يعرف "بالصمغ الخشبي" .

(ج) بعض مركبات عطرية لم تعزل نقية .

فاما المادتان ب و ج فيطلق عليهما فى العادة اسم "لجنين" أو "لجنون" واللجنوسلولوزات هى مكوّنات ابتدائية من الأنسجة النباتية وليست سلولوزات صلبة ملبسة باللجنين تكوّنت بسبب تغيرات كيماوية ثانوية .

والجدر الخشبية تصبح قرنفلية اللون اذا هى عوملت بمادة الفلوروجلوسين وحامض الادروكلوريك وتكون صفراء اللون فى محـاليل كلورور الأنيلين وتصبح الجدر صفراء اذ هى عوملت بمـادة كلورزنك اليود .

والجدر الخلوية من النسيج الخشبي فى الخشب الصميمى من الأشجار وغيره من أجزاء النباتات تتلون أحيانا بالدباغ أى بالتنين ومواد ملونة شتى .

وبتركب الورق على اختلاف أنواعه من سلولوز يحصل عليه من خرق التيل والقطن والخشب والقش غالبا .

تج ٨١ : لتحضير كلورزنك اليود يذاب ٢٥ جزء من كلورور الزنك وثمانية أجزاء من يودور البوتاسيوم فى ½ ٨ أجزاء من الماء وتضاف اليه من اليود بقدر مايجعل لون المحلول كلون النبيذ غامقا .

اقطع قطاعات من السوق وغيرها من أجزاء النباتات وثبتها فى المحلول ، لاحظ أن الجدر غير الخشبية وغير الكيوتوكلارية ذات لون أزرق ولاحظ تأثير المحلول فى وبر القطن وفى قطاعات الخشب .

تج ٨٢ : اقطع قطاعات من البزور بواسطة موسى جافة . وثبت بعض هذه القطاعات فى الماء وافحصها وثبت البعض فى الجليسرين النق وافحصها وانقع بعض بزور الخردل والكتان فى الماء . ولاحظ لزوجة سطح البزور .

تج ٨٣ : اقطع قطاعات من سوق نباتات شتى وثبتها فى محلول مشبع من كلورور الأنيلين أضف اليه نقطا قليلة من حامض الايدروكلوريك . هنا تتلون الجدران الخشبية بلون ذهبي .

(ى) البنتوزانات — ويلحق بسلولوز الأنسجة النباتية كربوايدراتات تسمى البنتوزانات ($\text{ك}_{٥}\,\text{يد}_{٨}\,\text{أ}_{٤}$) واذا سخنت هذه المواد مع الأحماض المخففة أدرتت وانقلبت سكرات پنتوزية ($\text{ك}_{٥}\,\text{يد}_{١٠}\,\text{أ}_{٥}$) عرابينوز وزيلوز .

وتتكوّن البنتوزانات أثناء عهود النمّو الأولى و يزداد مقدارها بتقدّم النبات فى السن . و يظهر أن هـذه الكربوايدراتات قليلة الفائدة فى عمليات التغذية فى النباتات ولكن أكالة العشب من الحيوانات تهضمها جزئيا وتمثلها . وهذه البنتوزانات شائعة فى الأنسجة النباتية جميعها وأكثر ماتكون فى النجيليات وقش الغلال .

(هـ) الأنيولين (Inulin) — هو كربوايدرات له نفس التركيب المثينى الذى للنشا وهو قابل للذوبان فى الماء و يوجد ذائبا فى العصارة الخلوية من كثير من نباتات الفصيلة المركبة والناقوسية (Campanulaceœ) وغيرها من الفصائل . وهو يوجد أيضا فى بصلات كثير من نباتات الفصيلة الزنبقية (Liliaceœ) والأماريلليداسية (Amaryllidaceœ) وكذلك فى أوراق هذه النباتات وأجزائها الخضراوية ويكثر الأنيولين فى جذور الدهلية (Dahlia) والسريس (الشيكوريا) وفى درنات الطرطوفة حيث تحل محل النشا كغذاء مكتنز.

واذا وضعت أجزاء من هذه الجذور والدرنات فى كؤول قوى بضعة أيام انفصل الاينيولين على صورة كتل كروية صلبة فى بلورات ابرية الشكل منتظمة على شكل متشعع خاص ولا يختزل الانيولين محلول فهلنج ولكنه اذا غلى مدة طويلة فى المـاء أو لمدة قصيرة فى أحماض مخففة انقلب كله الى ليفيولوز .

تج ٨٤ : انقع قطعة من جذر الطرطوفة فى كؤول ممثل قوى بضعة أسابيع . واعمل قطاعات منها بعدئذ وثبتها فى جليسرين نق وافحصها بعد ذلك وارسم البلورات الكروية من الاينيولين .

(٢) الدهون والزيوت الثابتة هذه المواد التى هى مخاليط من مركبات شتى من الجليسرين والأحماض الدهنية تتركب من نفس العناصر الثلاثة التى توجد فى الكربوايدراتات ولكن أوكسيجينها أقل من أوكسچين تلك بالنسبة الى الهيدروچين فى الكربوايدراتات وترى فى المبدأ غالبـا على شكل نقط مستديرة صغيرة من جزئيات غير منتظمة تكاد تكون طرية أو نصف صلبة داخل سيتوبلازم الخلايا وبعد ذلك تجرى النقط بعضها الى بعض ثم تفرز فى العصارة الخلوية حيث تجتمع .

والزيوت والدهون مواد غذائية نباتية مكتنزة وهى على ذلك تكثر فى الاندوسبرم وفى الفلقتين من البزور وكذا فى بعض الثمار . و بزور نبات الريب

(نوع من اللفت) تشتمل على متوسط من الزيت مقداره ٤٢ فى المائة . أما بزور الكتان فمتوسطها ٣٦ ٪ ومتوسط بزور القطن ٢٥ ٪

ويتكون مختلف أنواع الكعكات الزيتيــة (Oil cakes) أى الكسب التى تسـتعمل لتغذية المواشى من حثالة كثير من أنواع البزور والثمـار بعـد اذ استخرج أكثر ما فيها من الزيت بواسطة العصر وغيره من الوسائل .

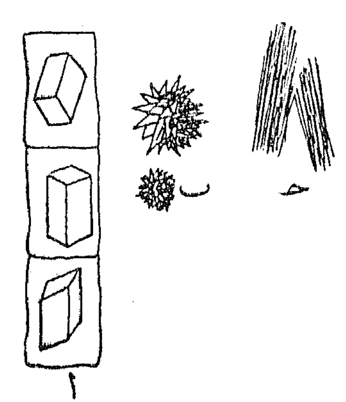
تج ٨٥ : اعمل قطاعات عريضة رقيقة من جذور اللوز واللفت والبندق البرازيلى . والكتان ثبتهـا فى المـاء وافحصها بالقوة الكبرى من الميكرسكوب لاحظ استدارة النقط الزيتية ولمعانها فى الخلايا وفى المـاء حول القطاع .

(٣) الزيوت الطيارة أو الاساسية — يعزى الى هذه المركبات تلك الرائحة الطعرية التى توجد فى كثير من النباتات كالورد والنعنع واللاونده والفلية .

وكثير من الزيوت الأساسية متكون من كربون وايدروچين فقط فى حين أن غيرها يشتمل فوق ذلك على أوكسيچين . وهى توجد غالبا على شكل نقط فى سيتوپلازم الخلايا وقد تجتمع هذه النقط فى أجزاء خاصة من الشعيرات الغددية وغيرها من التخوت الزهرية .

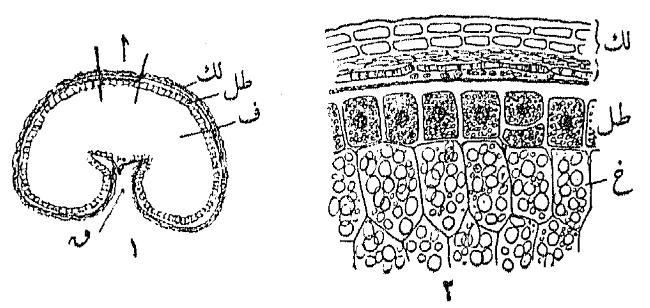
(٤) الأحماض العضوية أشيع أمثلة هذه المركبات التى توجد فى خلايا النباتات الخضراء هى حوامض الاكساليك والماليك والستريك والطرطاريك . وتوجد إما منفردة أو متحدة مع قواعد شتى عضوية أو معدنية فتكون إذ ذاك أملاحا حمضية أو متعادلة .

وأشيع ما فى النبات من الحوامض هو الحامض الأوكساليك وهــذا يكون منفردا وفى الأكثر يكون متحدا بالكلسيوم أو البوتاسيوم فى النسيج البرنشيمى من الأوراق والسوق والجذور وإلى الملح البوتاسى الحمضى تعزى حموضة طعم أوراق الحميض (روميكس) وبعض أنواع الأوكساليس .



(شـــكل ٧٠)

(ا) بلورات مفردة كبيرة من أوكسالات الكلس من خلايا برنشيمة ورقة البرسيم الحجازى ؛
(ب) مجاميع بلورية من ورقة الراوند ؛
(حـ) حزم بلورية من ورقة نبات الفخسيا .



(شـــكل ٧١)

(١) قطاع عرضى من حبـة القمح . لك = بريكارب ؛ طل = طبقة اليورونية ؛ ف = جزء نشوى من الاندوسبرم ؛ ق = قناة فى ظهر الحبة . (٢) الجزء ١ من القطاع المذكور (مكبرا ١٦٠ قطرا) ؛ لك = بريكارب ؛ طل = طبقة اليورونية ترى الحبيبات الاليورونية الصغيرة ونواة مركزية داخل كل خلية ؛ خ = خلايا اندوسبرم تشتمل على حبوب نشوية .

و بلورات أوكسالات الجير شائعة جدا فى أنسجة عدد عظيم من النباتات وهى تتكوّن فى الفجوات التى فى السيتوپلازم وتحدث على شكل (١) بلورات مفردة (رقم ١ ، شكل ٧٠) ، (٢) مجاميع بلورية متشععة (ب) أو (٣) حزم من البلورات الابرية الشكل أو رافيدات (حـ) وهـذه الصورة شائعة فى الخلايا فى كثير من ذوات الفلقة المفردة .

أما حوامض الماليك والستريك والطرطاريك فتوجد منفردة أيضا أو متحدة مع الجير أو البوتاسا ولا سيما فى أنواع شتى من الثمار الفجة و يشتمل الليمون على ٥ الى ٧ فى المائة من الحامض الستريك .

تج ٨٦ — عامل أوراق بعض البرسيم والجلبان وأوراق غيرهما بماء جافيل (كما فى تج ٧٠) واغسلها فى الماء وثبت قطعة صغيرة فى الجليسرين .

ثم لاحظ صورة بلورات أوكسالات الكلسيوم وموضعها فى الأوراق . واعرف فى أى جزء من أنسجة الأوراق تكثر هذه البلورات .

(٢) المواد النتروچينية العضوية — تشتمل هـذه المركبات على عنصر النتروچين وكثيرا ما تشتمل أيضا على عناصر أخرى كالكبريت والفوسفور فضلا عن الكربون والايدروچين والأوكسيچين .

وأهم أمثلتها البروتيدات والاميدات والالكلويدات .

(١) البروتيدات — البروتيدات مركبات معقدة التركيب جدّا لم يمكن الى الآن معرفة علامتها الكيماوية . وهى فى العادة لزجة القوام كبياض البيض وهى كمثله تتجمد بالتسخين، بعضها قابل للذوبان فى الماء و بعضها غير قابل . وأبسط أنواع البروتيدات مركبة من الكربون والايدروچين والأوكسيچين والنتروچين والكبريت وهى تشتمل على ما بين ١٥ و ١٧ فى المائة من النتروچين وما بين $\frac{1}{2}$ و ٣ فى المائة من الكبريت و بما أن البروتوپلازم يتركب

فى الأكثر من بروتيدات فهى ترى فى كل أجزاء النباتات الحية وزد على ذلك أن منها مايوجد ذائبا فى العصارة الخلوية .

وبعض البروتيدات تكون مخزونة فى الفجوات الخلوية وفى العصارة الخلوية من البزور وغير ذلك من الأعضاء الكامنة (Resting Organs) كغذاء نتروچينى مختزن على صورة حبيبات صلبة مستديرة أوغير منتظمة الشكل وتسمى هذه "بالحبيبات الأليرونية" (Aleurongrains) أو "الحبيبات البروتيدية" وهذه الحبيبات الألورونية تكون فى الغلال صغيرة جدّا ومستديرة وتكون مختزنة على الأخص فى الطبقات الخارجة من الاندوسبرم (شكل ٧١). أما فى غيرها من البزور النشوية كالفول والبازلاء فتكون صغيرة ولكنها فى كثير من البزور الزيتية كحبوب الخروع والبندق البرازيلى تكون كبيرة وتشتمل فى الجملة على جزء صغير مستدير من فوسفات الكالسيوم والمغنيزيوم مضاف الى بلورة بروتيدية أصغر منه أو أكبر .

وتشتمل بزور الترمس على متوسط فى المائة من البروتيد قدره ٣٤ و بزور الفول على ٢٤ والقمح على ١٣ والشعير على ١٠ والقش على ٣ والبطاطس على ٢ واللفت على ١ تقريبا .

والبروتيدات الصلبة تتصبغ بفعل اليود فتنقلب صفراء .

تج ٨٧ : (١) اقطع قمحة قسمين عرضيين ثم اقطع شريحة رقيقة مشتملة على جزء صغير من الطبقة البريكاربية والأليورونية كما فى شكل (٧١) .

ثبت ذلك فى جليسرين مخفف وضع نقطة من محلول اليود تحت الغطاء الزجاجى . لاحظ لون حبيبات النشا والحبيبات الأليرونية .

(٢) اعمل قطاعا مثل ذلك من حبة الشعير وانظر هل الطبقات الأليرونية فى هذه الحبة مثل ماهى فى حبة القمح ؟

تج ٨٨ : اعمل قطاعات من فلقتى الفول والبازلاء وثبتها فى جليسرين مخفف ثم افحصها . لاحظ الحبيبات الصغيرة الاليرونية فى الخلايا هى والحبابات النشوية الكبيرة . اصبغها باليود ثم أعد فحصها .

(٣) الأميدات — هذه المواد مركبات نتروچينية بلورية قابلة للذوبان توجد ذائبة فى العصارة الخلوية . وأكثرها حوامض أميدية أمشتقات بسيطة منها . وهى مواد مختزنة توجد على الأخص فى الريزومات والبصلات والدرنات والجذور من النباتات ويندر أن توجد فى البزور الكامنة وأشيع هذه المواد انتشارا مادة الاسبراچين (Asparagine) فهى توجد فى برنشيمة كل أجزاء النباتات تقريبا وتكثر على الأخص فى صغار فراخ الهليون وأزرار البروكسل ودرنات البطاطس وفى بوادر الترمس والجلبان وغير ذلك من النباتات القرنية المزروعة فى الظلام .

ومن الأحماض الأميدية الشائعة الجلوتامين والبيتين واللوسين والتيروسين وهذه توجد فى بنجر السكر واللفت وغيرهما من الجذور .

(٣) الالكاويدات — هى مركبات عضوية قاعدية أكثرها سام وتكوّن الجوهر الفعال فى كثير من النباتات المستعملة فى الاقربازين وأعرف أمثلتها المورفين الذى يحصل عليه من الخشخاش (أبى النوم) والنيكوتين الذى يستخرج من شجرة التبغ والهايوسيامين الذى يستخرج من شجرة الهايوسيامس ميوتيكوس ، والاستركنين الذى يحصل عليه من الجوز المقيء .

الفصل الثانى عشر

تركيب النباتات

تمة

١ — مكوّنات النباتات الأوّلية — قد دل التحليل الكيماوى على أن العناصر الآتية موجودة دائما فى المركبات التى تكوّن الجسم من النبات الأخضر السليم البنية . تلك هى الكربون والايدروچين والاوكسچين والنتروچين والسليكون والكبريت والفسفور والكلورين والبوتاسيوم والصوديوم والكلسيوم والمجنيزيوم والحديد .

وفى أعشاب البحر يوجد البرومين والايودين عادة وقد اكتشفت عناصر أخرى كثيرة مثل الألومينيوم والخرصين والنحاس بمقادير صغيرة فى بعض أنواع النباتات .

اذا أحرقت المادّة الصلبة من النبات انطلق الكربون والايدروچين والأوكسيچين والنتروچين منها الى الهواء على صورة ماء وثانى أكسيد الكربون وعلى صور نتروچين مطلق وغير ذلك من المركبات الطيارة . فأما بقية العناصر المذكورة فتبقى فيما يسمى بالرماد .

على أنه ان كان التحليل الكيماوى يساعدنا على تعيين العناصر الخاصة التى يتركب منها جسم النبات فانه لا يمدنا بواسطة تعيننا على معرفة كم من هذه العناصر يلزم لبقاء النبات وأيها ألزم لذلك .

و بما أن أكثر النباتات لا يشتمل فى تركيبه على خرصين ولا قصدير ولا رصاص فظاهر أن هذه العناصر وغيرها مما تكون فى النبات أحيانا ليست

ضرورية لنمو النبات . أما أن الكربون والايدوچين والاوكسيچين والنتروچين هى عناصر جواهرية لازمة ، فأمر يمكن استنتاجه من أن هذه العناصر هى جوهرية فى تركيب المركبات العضوية التى تبنى بها جدران الخلايا و بروتوبلازمها على أنه لا يترتب على هذا القول أن العناصر التى توجد فى النباتات دائما هى كذلك جوهرية اللزوم لحياة النبات .

ولكى نعين بالدقة أى العناصر لا يمكن الاستغناء عنه فى صحة تغذية النبات ونموّه ، يجب اجراء تجارب زراعية فى التربة أو غيرها من البيئات المعروفة التركيب بالدقة والتى يمكن جعلها تحت اشراف المباشر . وخير ما يكون ذلك بواسطة الزراعة المائية أو الزراعة الرملية التى هى انماء النباتات فى ماء نقى أو فى رمل خالص أضيف اليه مركبات من مختلف العناصر التى يراد درس تأثيرها . بواسطة هذه التجارب أمكن اثبات أن عشرة عناصر فقط هى حقيقة جوهرية لنمو النباتات الخضراء وهذه العناصر هى الكربون والايدروچين والأوكسيچين والنتروچين والكبريت والفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلسيوم والحديد وربما وجب اضافة الكلورين اليها .

كل المجهودات التى عملت لانماء النباتات فى التربة (أو الماء) التى استخرج منها عنصر أو أكثر من هذه العناصر قد انتهت بالحبوط . أما بقية العناصر التى توجد أحيانا فى رماد النبات فهى نافلة حتى أن الصوديوم والسليكون اللذين هما موجودان فى كل النباتات الباقية فى الأراضى العادية ليسا مما لا يمكن الاستغناء عنه اذ يمكن تربية نماذج صحيحة من النباتات قادرة على اعطاء بزور بدونها .

تج ٨٩ : الزراعة المائية — لتنمية النباتات فى محاليل مغذية تستعمل اسطوانات زجاجية أو قنينات واسعة الرقبة تسع ٦٠٠ أو ٧٠٠ سم م ويجب قبل استعمال الاسطوانة أن تنظف بحامض النتريك ثم تغسل بعد ذلك بالماء المقطر غسلا جيدا . ويجب أن تسد بغطاء فلى خرق فيه ثقبان أحدهما لخروج ساق النبات المراد تنميته والآخر تنزل فيه أنبوبة قصيرة تصب الماء فى الاسطوانة بدل

الماء الذى يفقد فى عملية النتح ويجب أن لاتشتمل المحلولات المستعملة على أزيد من مقدار يتراوح بين ٢ و ٥ جرامات من أملاح ذائبة فى ١٠٠٠ جرام من الماء . فأما تركيز المحلول أكثر من ذلك فهو مضر بالنمو وزد على ذلك أنه يجب أن يكون المحلول حمضى التفاعل قليلا . أما المحاليل القلوية فهى مضرة .

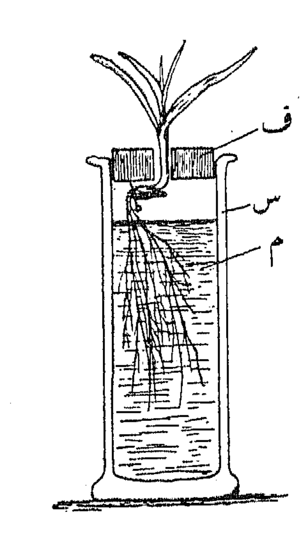
وقد يختلف تركيب المحلول اذا أريد تمام تغذية النبات اختلافا كبيرا ما دامت العناصر الجوهرية موجودة فى حالة مناسبة لامتصاصها بواسطة جذور النباتات . والمحاليل التالية تشتمل على كل ماتتطلبه النباتات الخضراء . فأما الكربون الضرورى فيحصل عليه من ثانى أكسيد الكربون الجوى .

	جرام
ماء	١٥٠٠
نترات الكلسيوم	٢
كلورور البوتاسيوم	½
كبريتات المغنيسيوم	½
فوسفات البوتاسيوم الحمضى	½

بعض نقط من محلول كلورور الحديديك .

وتوصلا لظهور هذا الأمر ظهورا بينا يزرع الشعير والذرة والفول والمنثور ، ولكن يجب قبل ذلك انبات البزور فى نشارة رطبة أو على ورقة نشاف مبللة فاذا كبرت البوادر حتى أصبحت سهلة على التناول بالأصابع وجب ترتيبها كما فى شكل (٧٢) بحيث تنغمس جذورها فى المحلول المزرعى . أما سوقها فيسمح لها أن تنمو وتخرج من الثقب الموجود فى السدادة (ب) ويمكن تثبيت بوادر الشعير والفول والذرة بواسطة دبوس يغرس فى جانب البريكارب أو غلاف البزرة حتى يصل الى الجانب الأدنى من السدادة ، أو يمكن حملها بوضع قطن فى الثقب الذى تخرج من الساق .

ومن المهم أن لا ينغمس فى المحلول إلا الجذور وحدها لأن تبلل الاندوسبرم والفلقتين والسويق السفلى الجنينية يؤدى فى الغالب الى ضعف صحة النبات ثم الى موته . ويجب تغطية جوانب الاسطوانة الزجاجية بورق مقوى أو عدة طبقات من الورق لمنع دخول الضوء والحرارة الى المحلول . أو توضع الاسطوانة فى صندوق يشتمل على ألياف من ألياف النخل ويجتنب وضع



(شـــكل ٧٢)

مزرعة مائية فيها نبات شعير . س = وعاء زجاجى اسطوانى ؛ م = محلول زراعى ؛ ف = سدادة فل مثقوبة .

المزرعة فى ضوء الشمس المباشر حتى يبق المحلول الذى انغمست فيه البزور باردا وفى التجارب التى يمتـد أجلها بضعة أسابيـع يجب تغيير المحلول المذكور كل أسـبوع . ويجب وضع النبات من آن الى آن يوما أو يومين بجـذوره فى ماء مقطر أو فى ماء يشـتمل على مقـــدار قليـل من كبريتات الكلسيوم .

تج ٩٠ : هيء مزرعة مائية كما سبق الوصف ولكن لا تضف كلورور الحديديك أو أى مركب آخر من الحديد الى المحلول وقارن نمو النبات بآخر نام فى محلول تام .

تج ٩١ : لاحظ الفروقات الموجودة بين النباتات النامية فى محاليل تامة كما سبق الوصف وغيرها من النامية فى المحلولين الآتيين اللذين فقد منهما النتروجين والبوتاسيوم على التوالى :

محلول بغير نيتروجين	جـرام	محلول بغير بوتاسيوم	جـرام
ماء	١٠٠٠	ماء	١٠٠٠
كبريتات الكلسيوم	١	نيترات الكلسيوم	١
فوسفات البوتاسيوم الحمضى ...	½	كبريتات المغنيسيوم	½
كبريتات المغنيسيوم	½	فوسفات الصوديوم الحمضى... ...	½
كلورور البوتاسيوم	½	كلورور الصوديوم...	½

وأضف الى كلا المحلولين بضع نقط من محلول كلورور الحديديك .

٢ — المكوّنات الجوهرية الأولية فى النباتات .

اليك بيانا مختصرا عن العناصر التى هى ضرورية جدا لتغذية النباتات .

(١) الكربون — مكوّن جوهرى للبروتوبلازم ويدخل بكثرة فى تركيب الجدر الخلوية وكذا فى كثير من الغذاء النبـاتى المختزن . ومقـداره الموجود فى النباتات يبلغ فى العادة ما بين ٤٠ و ٥٠ فى المـائة من ثقل المـادّة الصلبة

التى فيها . وأكبر جزء منه وارد من ثانى أكسيد الكربون الجوى ولكن فى بعض الأحوال (ولعله فى كلها) قد يؤخذ مقدار ما من الكربون من التربة على صورة مركبات عضوية .

والفطر من النباتات السفلى والحامول (كوسكوتا) والهالوك (أوروبانكى) من النباتات الراقية تحصل على كربونها على صورة مركبات كربونية عضوية من الحيوانات والنباتات الحية أو من البقايا المنحلة من هــذه الأعضاء .

(٢) الايدروچين والأوكسيچين — يوجدان متحدين بالكربون وغيره من العناصر فى البروتوپلازم والجدر الخلوية وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات الموجودة فى النبات . والايدروچين هو أحد مكونات الماء ويمتص على هذه الصورة من التربة . وما فى المـادّة الجافة من الايدروچين يتراوح بين ٥ و ٦ فى المـائة .

ومتوسط مقدار الأوكسيچين الموجود فى المـادّة الجافة من النباتات يتراوح بين ٣٥ و ٤٥ فى المـائة . ويمتص من الهواء (الذى يوجد فيه سائبا) فى عملية التنفس ويؤخذ أيضا من التربة فى النترات والسلفات والكربونات والفوسفات .

(٣) النيتروچين — هذا العنصر يدخل فى تركيب البروتيد أو المواد الزلالية والأميدات وغيرها من المواد العضوية التى هى أقل من تلك أهمية . وهو يوجد أيضا فى أملاح النترات غير العضوية التى توجد غالبا بمقادير صغيرة فى العصارة الخلوية من النباتات .

ومقدار النتروچين الموجود هو على الأخص كبير فى بزور النباتات القرنية فهو فى البازلاء بمقــدار ٤٫٨ فى المـائة وفى الفول بمقدار ٥ ٪ وفى الترمس الأصفر بمقدار ٧ ٪ من المـادّة الجافة . وفى حبوب الغلال النشوية مثل القمح والشعير والذرة يكون مقداره فى العادة أقل من ٢ ٪ .

والأجزاء الخضراوية من النباتات القرنية هى فى العادة أكثر اشتمالا على نيتروچين منها فى النباتات الاخرى فمقداره مثلا فى البرسيم الحجازى الذى قطع وقت ازهاره يتراوح بين ٢ و ٢½ فى المـائة أما فى النجيليات فان مقــداره المتوسط يبلغ ١¾ فى المـائة تقريبا من المـادّة الجافة .

وإذا استثنينا النباتات القرنية التى يحصل على أغلب نتروچينها من النتروچين الجوى السائب فان النباتات الخضراء تأخذ هذا العنصر من التربة على صورة أملاح ترابية عادة . وقد أثبت بواسطة المزارع المـائية أنها قادرة أيضا على امتصاص النتروچين الموجود فى المركبات النوشادرية واستعماله ولكن لمـا كانت المركبات النوشادرية اذا ألقيت فى الأرض تحوّل الى نترات فى عملية النترجة (Nitrification) فانه ممكن أن يقال ان النترات هى المصادر الطبيعية المهمة التى يؤخذ منها النتروچين اللازم للنباتات الخضراء . هذا وأنه وان كان قد بيّن أن أغلب النباتات تستطيع النمو نموّا حسنا اذا أمدّت بنتروچين على صورة أملاح نوشادرية كما اذا أمدّت بنترات ، فقــد وجد العالم مازية أن المحاليل التى تستعمل من الأملاح النوشادرية اذا كانت مركزة بأكثر من نصــف جرام فى الألف تتلف النباتات .

أما الاضرار التى تنجم عن النترات فلا ترى حتى يشتمل المحلول الذى يهيأ للجذور على ٢ فى الألف من المـاء .

وإذا أعطى النتروچيـــن للنباتات بمقدار كبير فانه يزيد أوراقها ترعرعا والسوق نضرة وكذلك الأعضاء الخضراوية . مثل هذه النباتات تكون خضراء قاتمة ولا تدل إذ ذاك على استعداد الى توليد أعضاء تناسلية وبزور .

(٤) الفسفور — هو مكوّن لكثير من المركبات البروتيدية وأكثر ما يكون فى بروتيد نواة الخلايا النباتية .

وهو فضلا عن أنه يوجد كعنصر مكوّن للمركبات العضوية يوجد أحيانا على صورة فوسفات غير عضوية . والفسفور يكوّن مقدارا كبيرا من رماد البزور وبغير اعطاء النبات مقدارا مناسبا من هـذا العنصر لايتم تكوّن البزور ولا نموّها بحالة مرضية ومقدار الفسفور المحتسب كحامض فوسفوريك فى رماد حبوب القمح يتراوح متوسطه بين ٤٥ فى المـائة و ٥٠ وفى الفول ٤٠ ٪ وفى رماد الأجزاء الخضراوية يكون مقداره أقل من ذلك جدا فهو فى قش القمح بمقدار ٥ ٪ تقريبا وفى اللفت ٧ ٪ وفى درنات البطاطس ١٧ ٪ .

والفسفور تمتصه النباتات من التربة على صورة فوسفات البوتاسيوم والكالسيوم .

(٥) الكبريت — يدخل الكبريت فى تركيب البروتيدات وان كان مقداره إذ ذاك قليلا ينـدر أن يزيد على ٢ ٪ وهو أحد مكوّنات "زيت الخردل" الذى يحصل عليه من كثير من النباتات الصليبية ، ويوجد على صورة سلفات غير عضوية ويمتص على هذه الصفة من التربة .

(٦) البوتاسيوم — هـذا العنصر يكثر على الأخص فى رماد الأجزاء الحديثة السن من النباتات النامية بتنشط حيث يجرى انقسام الخلايا وقد يكون البوتاسيوم مكوّنا أساسيا لبروتوبلازم كل أنواع الخلايا . ويوجد أيضا متحدا بحوامض الطرطريك والأوكساليك والماليك وغيرها من الحوامض العضوية وغير العضوية فى العصارة الخلوية . والأنسجة التى تشتمل على مقادير كبيرة مختزنة من المواد الكربوايدراتية هى فى العادة غنية بهذا العنصر مثل درنات البطاطس فان ٢٫٣ ٪ من مادتها الجافة هو بوتاسا (بو٢ ١) ويوجد فى العنب ٣ ٪ منه .

ويؤخذ من التربة على صورة نترات وكلورو وكربونات وكبريتات وفوسفات على الأخص والعمل الذى للبوتاسيوم فى حياة النبات غير معروف بالتحقيق على أن أملاحه فى رأى العالم "دوفريز" (De Vries) مخصوصة ببقاء حالة الانتفاخ فى الخلايا ، وبما أن هذه الحالة ضرورية لنموّ النبات فان فى هذا القول شرحا موجزا لما يرى من وفرة هذا العنصر فى الأنسجة النامية . وقد لوحظ أن تثبيت الكربون فى الأنسجة الخضراء يقف عند فقدان البوتاسيوم ، والغلال والبازلاء التى تزرع بغير مدد كاف من البوتاسيوم تنتج حبوبا وبزورا صغيرة الحجم نحيلة الجسم . ومكانة البوتاسيوم فى تدبير النبات لايمكن أن يشغلها غيره من العناصر التى من الطائفة المتصلة به مثل الصوديوم والليثيوم .

(٧) الكالسيوم — يظهر أن الفطر قادر على الاستغناء عن الكالسيوم ولكنه عنصر أساسى لتكوين النباتات الخضراء وهو يمتص من التربة كنيترات أو فوسفات أو كبريتات .

ويوجد الكالسيوم فى الأجزاء الحديثة السن من النباتات عادة بمقادير صغيرة وقد لايوجد مطلقا فى تلك الأجزاء زمنا ما فلا ينشأ عن فقدانه ضرر ظاهر . وأكثر ما يوجد الكالسيوم فى الأجزاء الكبيرة السن من النبات كالأوراق التامة النمو والمشرفة على الموت والقشرة والنخاع فيكون على صـورة أملاح عضوية وغير عضوية ولا سيما الاكسالات منها والكربونات ومقـدار الجير (كل ١) الموجود فى رماد قش الشعير والقمح هو فى العادة ٧ ٪ .

هذا والبوادر وان كانت تستمر فى النمو مدّة شهر أو شهرين بغير كالسيوم فانها تلوح ضئيلة وتبدو عليها علائم ضعف الصحة . فاذا استمر فى منع الكالسيوم عنها ماتت . وللكالسيوم كبعض العناصر الأساسية شأن متعدد الوجوه فى التغذية النباتية .

وحمض الاكساليك وأملاح الاكسالات القابلة للذوبان تتكوّن فى بعض النباتات . واذا وجدت بزيادة خفيفة أضرت بالنواة وغيرها من محتويات الخلية ، ولكن اجتماع هذين وفعلهما السامّ اذا وجدت الأملاح الكلسيومية يمتنع بتكوّن اكسالات الكلسيوم غير القابل للذوبان .

والكلسيوم على كل حال لايستعمل كله لمعادلة الحامض الأوكساليك اذ يوجد كثير من النباتات خال من الحامض الأوكساليك بتاتا ولكن وجد أن مثل هذه النباتات لاتزال تحتاج الى هذا العنصر لتمام نموّها .

أما فرض أن أوكسالات الكلسيوم هو حاصل حثالى (Waste) فلا يظهر أنه فرض صحيح فى كل حالة اذ يوجد ما يدل على أنه قد يذوب ثانيا ويستعمل كمختزن من الكلسيوم .

(٨) المغنسيوم — يوجد فى رماد كل أجزاء النبات ولاسيما فى رماد البزور ويشتمل رماد حبوب القمح على ١٢ ٪ تقريبا من المغنيسيا (مغ ١) . أما رماد القش والأجزاء الخضرية (Vegetative) فتشتمل على أقل من ٢ ٪ ويؤخذ المغنسيوم من التربة ككربونات وكبريتات على الأخص ولكن فائدته للنبات لاتزال غامضة .

(٩) الحديد — مقدار الحديد الموجود فى النباتات الخضراء هو فى العادة قليل يندر أنه يزيد على ٢,٠ ٪ من الرماد . على أنه ضرورى جدا لتغذيتها إذ لايمكن بغيره أن يتكوّن الغضير أى الكلورفيل . ويوجد فى البزور مقدار كاف من الحديد لانتاج مقدار ما من الغضير ، ولذلك فان بضع الأوراق الأولى التى تنمو فى محاليل مزرعية خالية من الحديد تكون خضراء بسبب ذلك . فأما الأوراق التى تتلو هذه فتكون باهتة اللون وغير قادرة على استعمال الكربون .

٣ — غير الجوهرى من المكوّنات الأولى للنبات — من العناصر ما قد

يوجد فى النباتات وجودا نادرا غير طبيعى فلا يحتاج أمره والحالة هذه الى الذكر . ومنها ما ان كان غير جوهرى لنموّ النباتات الخضراء — كالسليكون والصوديوم والكلورين — يرى فى رمادها . فهو جدير أن يلم به باختصار .

والنباتات الصحيحة البنية وان استطاعت أن تنمو مع فقدان كثير من العناصر التى تشاهد فى رماد النبات فان تلك العناصر التى تسمى "مكوّنات غير جوهرية" قد تكون فائدتها تنبيه أو تقليل حركة الوظائف التى تقوم بها النباتات فالسليكون يكثر على الأخص فى الجدر الخلوية من الأجزاء الخارجية من السوق والأوراق من الشعير ، والقمح والنجيليات على الاجمال . ويشتمل أكثر من ½ رماد الغلال على سليكا وكان يظن أن تراكم السليكون فى الجدر الخلوية يسبب صلابة القش التام النمو وكان رقود محاصيل الغلال يعزى الى فقدان ذلك المركب منها على أن هذا الرقود مسبب على الأخص من قلة النور المناسب لنموّها الطبيعى . وقد زرعت الذرة وغيرها من الغلال فى مزارع مائية بغير وجود السليكون فكانت قوية القش تامة النمو ، وزد على ذلك أن التحليل قد أظهر أن القش فى النباتات ذات المحاصيل الراقدة يشتمل فى العادة على سليكون أكثر من قش النباتات القائمة السوق وأنه أهش منها .

وقد أمكن العالم "جودين" (Jodin) أن يزرع أربع نسائل من الذرة من غير سليكون . ويمتص السليكون من التربة على صورة سلكات قابلة للذوبان ويظهر أن قواعدها التى تتصل بها ينتفع بها فى عمليات التغذية .

ويوجد الصوديوم على صورة كلورور شائعا فى كل النباتات وأكثر مقدار منه تمتصه النباتات الهلوفيتية (Halophytic) التى تكثر فى المستنقعات

المالحة بالقرب من شواطئ البحار أو فى الأراضى المجاورة للبحيرات حيث يكون الملح أكثر مما تحتمله النباتات العادية .

وكثير من النباتات الهلوفيتية مثل الجلاسورتس (Glassworts) (ليكورنيا هرباشياسا) والسولتورت (Saltwort) (سالسولا كالى) والبنجر وأنواع نبات الأتريبلكس (Atriplex) تتبع فصيلة الـ (Chenopodeacea) . وكثير من أنواع الفصيلة الصليبية مثل الكرنب انما هو نسل من رتبة الهلوفيت . والهليون هو مثل آخر من الرتبة المذكورة .

وقد دلت التجارب المزرعية على أنه يمكن زرع أخص أنواع الهلوفيت بلا ملح على أنها اذا امدت بالملح لاحت فى مظهر مخالف لحالتها الأولى وكانت لها صفات فيسيولوجية مخالفة للنباتات المحرومة من هذا المركب . والأعضاء الخضراوية تصبح تحت تأثير وفرة الملح أسمن وأكثر لحما وأزيد عصارة وأقل عرقا منها اذا هى زرعت بغير ملح كثير .

والعادة فى النباتات التى كالغلال وغيرها مما لا يزرع عادة بالقرب من البحر أن تقتلها المحاليل التى تشتمل على أكثر من ١ أو ١½ فى المائة من الملح . أما بنجر البحر و بعض أنواع الأتربلكس فلا تتلفها المحاليل التى تشتمل على ٣ أو ٤ فى المائة من الملح .

الفصل الثالث عشر

الانتشار الغشائى (Osmosis) — امتصاص الماء

الانتشار الغشائى — اذا ربطت مثانة ملئت بمحلول سكرى من فتحتها بخيط ثم وضعت فى إناء ملئ ماء نقيا وجد أن مقدارا عظيما من هذا الماء يمر مسرعا الى باطن المثانة من جدرانها بالرغم من أنه لا ترى فتحات يكون الماء قد نفذ منها .

وتظهر نتيجة انتقال الماء الى الباطن فى الضغط الذى يحدث داخل المثانة وظهور التمدد فيها شيئا فشيئا كما يحدث لو أكره فيها الماء أو الهواء بطريقة ميكانيكية . و يتوقف مقدار الضغط الباطنى المحدث تحت هذه الظروف على مقدار السكر المذوب فى المحلول السكرى وعلى درجة الحرارة التى تجرى فيها التجربة أيضا . فاذا كان المحلول مركزا حدث ضغط أعظم منه اذا استعمل محلول غير مركز واذا كانت درجة الحرارة عالية كان الضغط أشد منه اذا كان المحلول على درجة واطئة .

و يرى مثل هذا الضغط الباطنى المؤدى الى تمدد المثانة اذا استعيض عن محلول السكر بمحاليل من نترات البوتاسيوم وكبريتات النحاس وغيرهما من المواد . فلكل من هذه المركبات القابلة للذوبان قدرة مختلفة عن غيرها فى جذب الماء من خلال جدران المثانة . والضغط المحدث من محلول يشتمل على واحد فى المائة من السكر ليس كالذى يحدث من محلول من نيترات البوتاسا .

و يرى فى هذه التجارب أن المثانة على مرور الماء الى باطنها من خلال الجدران تخرج من السكر الذائب فيها أو المركبات القابلة للذوبان المستعملة

مقدارا ما الى الماء الذى فى الاناء . ويلاحظ أن عملية الانتشار أو مرور المواد الذائبة تستمر خلال الغشاء حتى تصبح نسبة المحلول المئينية أو تركيبية ، أو واحدة فى الداخل والخارج .

على أن فى الأغشية ما يسمح للماء بالتسرب منه ولا يسمح بذلك للسكر وغيره من المركبات الذائبة .

فانتشار أو مرور السوائل ومحاليل المواد من الأغشية التى لا ترى بها فتحات يسمى "الاوسموز" أو "الانتشار الغشائى". والضغط المحدث فى داخل الغشاءات القابلة لنفوذ الماء منها يسمى "الضغط الانتشارى" وقد يطلق على المواد الذائبة التى يتوقف عليها الضغط مبدئيا "المواد الانتشارية".

وتصبح المثانة أو غيرها من الكيانات الممتدة بواسطة الضغط الانتشارى قوية أو مكتنزة لارخوة خرعة وتسمى فى هذه الحالة "منتفخة" ويوجد فى العصارة الخلوية من خلايا النبات الحية مواد انتشارية مثل السكرات والأملاح المختلفة وتلك لها قوة جذب الماء الى الداخل واذا غمست الخلايا النباتة فى ماء نقى أصبحت منتفخة .

وتمتد الخلايا بواسطة الضغط الانتشارى فى كل أجزاء النباتات الحية التى تمد بالماء الكافى ولا سيما فى تلك الجهات التى يكون النمو فيها مستمرا . وهذه الحالة الانتفاخية (Turgedity) هى سبب المرونة والاكتناز اللذين يشاهدان فى الأنسجة البرنشيمية الحية الرقيقة الجدران من الأوراق ومن النقط النامية وغيرها من الأجزاء اللطيفة البنية من النبات .

ويبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصغيرة السن المنتفخة فى العادة خمسة أجواء أو عشرة وبسلطته يكره السيتوبلازم خارجا حتى يتصل بالجدران

الخلوية فى كل النقط . وهنالك يصبح الجدار الخلوى ممتطا حتى تساوى قوة التمدد (Elastic Recoil) الضغط الخارجى . وقد يكون الضغط المحدث فى خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية فى العصارة الخلوية (فى فصل البلل حين يكثر وصول الماء الى الخلايا) كافيا لتمزق الجدر الخلوية فتنشق الثمار .

على أن الخواص الانتشارية للخلية النباتية ليست كتلك التى لمثانة ملآى من محلول سكرى إذ فى كثير من الأحوال لا تسمح الخلايا المشتملة على سكر أو غيره من المواد بمرور هذه المواد الى الماء الذى قد تغمس فيه الخلايا .

وظاهر أن وجود أقل قابلية للنفوذ فى المواد التى ينسب اليها الانتفاخ قد يجعل بقاء أى نبات مائى مغموس فى الماء مستحيلا . وكذا يصبح صعبا اجتماع السكر وبقاؤه هو وغيره من المواد فى جذور البنجر وأشباهه من النباتات التى تنمو فى الأراضى الرطبة اذا كان البروتوبلازم وجدر الخلايا الخارجية قابلة لنفوذ هذه المركبات .

ولا بد لأى مادة تمر من أو الى الخلية النباتية الحية من أن تنفذ فى كلا الجدار الخلوى وبطانة السيتوبلازم الرقيقة . وفى حين أن الماء النقى يجد مسلكا سهلا فى كلا الغشائين فالغالب أن السيتوبلازم إما أن يكون غير قابل مطلقا لنفوذ المواد التى تخترق الجدار الخلوى بسهولة أو قابلا لنفوذها بدرجة تختلف باختلاف نوع المواد . وفضلا عن ذلك فان قابلية نفوذ المواد فى السيتوبلازم ليست سواء فى كل وقت .

واذا غمست خلية منتفخة فى محلول من مادة اجتذابها للماء أكثر من اجتذابها للمواد الذائبة فى عصارتها الخلوية انسرب منها مقدار ما من مائها ونقص الضغط الانتشارى بذلك ثم صغر حجم الخلية وطرئت وارتخت .

فأما اذا لم تفسد حيوية السيتوبلازم واستمرت حركة المحلول الانتشارية فانه يؤخذ ماء أكثر من الفجوة ولكن يتكمش السيتوبلازم مبعدا عن جدار الخلية ويأخذ شكل كرة فارغة فى مركز تجويف الخلية بدلا من بقائه ملتصقا بالجدار الخلوى وترخيصه للمحلول بالنفوذ الى الفجوة. وتوصف الخلية فى تلك الحالة بأنها مبلزمة (Plasmolysed) أى حدث فيها فقدان مادى . وتصبح المسافة الحادثة بين الجدار الخلوى وبين السيتوپلازم المتكمش محتلة بمحلول كان قد نفذ الى الداخل من الجدار الخلوى وحده دون السيتوپلازم الحى .
وفضلا عن ذلك فان المواد الانتشارية الذائبة فى العصارة لاتسير الى الخارج فى مادة السيتوپلازم. والخلايا المبلزمة بهذه الطريقة تستعيد حالتها الانتفاخية اذا هى وضعت فى ماء نقى . هنا تنتشر المواد التى سببت التبلزم والتى كانت قد مرت خلال الجدار الخلوى. ويكون انتشارها الى الخارج ثم يعود الماء فيدخل الفجوة حتى يصبح السيتوپلازم مكرها على ملاصقة الجدار الخلوى .

اذا قطعت ورقة أو فرع عليه أوراق من نبات ما وترك معرضا للهواء انطلق الماء من الخلايا على عجل على حالة بخار ونقص انتفاخ الخلايا سريعا وعلى ذلك فالأوراق بدلا من بقاء مرونتها ومتانتها تصبح رخوة غير قادرة على النهوض بنفسها نهوضا طبيعيا . وهذه الرخاوة فى الأجزاء الذابلة من النباتات انما تحدث من فقد الماء من الخلايا اذ تنقص به حالة الانتفاخ وان لم تكن الظروف التى تؤدى الى فقد الماء واحدة فى كل الأحوال .

واذا كان فقدان الماء من فرخ مقطوع لم يبلغ حدّا بعيدا وكان السيتوپلازم لايزال حيا أمكن أن تعاد حالة انتفاخ الخلايا الى ما كانت عليه بواسطة وضع طرف الساق فى الماء أو باكراه الماء فى الفرخ الذابل على نحو ما هو مبين فى (تج ٩٨) .

وظاهر من الملاحظات والتجارب الواسعة أن مرور أى مادة فى حالة محلول من الخلية أو اليها انما يضبطه السيتوپلازم إذ أن ظاهرات الانتفاخ وغيره من الخواص الانتشارية تبطل اذا أصاب الموت مادة السيتوپلازم هذه.

تج ٩٢ : انشر قطعة مبالة من مثانة على فوهة زجاجة مصباح ثم اربطها على رقبتها بخيط ثم املأ حوالى ٢/١ الزجاجة بمحلول مشبع من السكر ثم علقها فى اناء مملوء ماء بحيث يكون المحلول السكرى الذى فى الزجاجة على سمت سطح الماء الخارجى . دعها كذلك بضع ساعات . ثم لاحظ أن الماء ينفذ من خلال المثانة الى محلول السكر ويرفع سمته .

تج ٩٣ : أعد التجربة السابقة واستعمل محلولا من سلفات النحاس أو من بيكرومات البوتاسيوم . أنظر هل يمر هذا أو ذاك الى الخارج ويلون الماء الذى فى الاناء أم لا ؟

تج ٩٤ : اقطع بعض شرائح سمكها ٤/١ بوصة من البنجر واغسلها بماء مقطر ثم ضع :

(١) بعضها فى اناء فيه ماء مقطر .

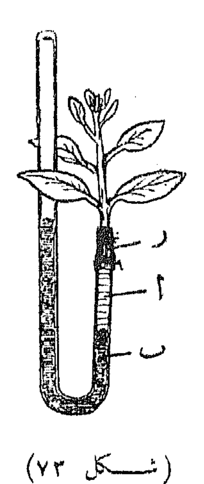
(٢) وبعضها أولا فى ماء غال مدة دقيقة أو اثنتين لقتل سيتوپلازم الخلايا ثم انقلها الى اناء فيه ماء مقطر ودعها فى الاناء أربع ساعات . ثم خذ مقدارا قليلا من الماء من كل اناء وابحث عن وجود السكر بغلى هذا المقدار مع نقطة أو نقطتين من الحامض الايدروكلوريك واضافة محلول فاهلنج بعد ذلك (أنظر تج ٧٤) .

تج ٩٥ : اقطع قطاعا عرضيا من جزء من البنجر . واغسله أولا بماء فى غطاء ساعة ثم ضعه فى الماء وافحصه بالشيئية الضعيفة من الميكروسكوب .

(١) لاحظ وجود العصارة الخلوية الحمراء فى الخلايا التى لم يصبها الأذى . ولاحظ أنها لاتتسرب الى الماء .

(٢) دع بضع قطرات من محلول من الملح العادى بنسبة ٤ ٪ تمر تحت الغطاء الشيئى ولاحظ أنه عند نفوذ المحلول الملحى العديم اللون الى الخلايا تبتدئ عملية التبلزم (Plasmolysis) ويتراجع السيتوپلازم عن الجدر الخلوية . لاحظ أن الماء وان انسحب من خلال السيتوپلازم لايسمح للمادة الملونة الموجودة فى العصارة الخلوية بالانتشار الى الخارج وذلك مشاهد فى أن محلول الملح الذى يمرّ الى الداخل من خلال الجدر الخلوية يبقى غير ملون .

أمام صفحة ١٦٦



(شـــكل ٧٣)

(٣) ارفع الغطاء الشيئى عندما تتبلزم الخلايا ثم اغســل المحلول الملحى عنهـا بأن تنقع القطاع ثانية أو اثنتين فى ماء نقى ثم أعد وضعها بعدئذ فى المـاء .

افحصها بمكروسكوب ولاحظ أن السيتو پلازم يستعيد موقعه الأصلى بالتدرج فى ملاصقة الجدر الخلوية .

تج ٩٦ : اقطع قطاعا مشابهـا للسابق من قطعـــة بنجر ثم اغمـ‍ها لحظة فى كؤل مثـــل (Methylated sperit) لقتل سيتو پلازم الخلايا . ثم اغسلها بسرعة وثبتها فى الماء ولاحظ أن العصارة الخلوية القرنفلية تنتشر الآن الى الخارج فى المـاء المحيط .

تج ٩٧ : اضــبط مقاس أجزاء طولهـا بوصتان أو ثلاثة من الجذور الأوليـة الصغيرة السن من الفول أو البازلاء ومن غيرها من الأجزاء المنتفخة من النباتات . ضعها فى محلول ملحى بنسبة ١٠٪ مدة ست ساعات أو سبع ثم خذ مقاسها بعـــد ذلك ولاحظ تكمش الأجزاء وارتخاءهـا الناجمين عن فقدان انتفاخ الخلايا .

تج ٩٨ : اقطع فرخ طرطوفة واتركه يذبل فى غرفة عادية مـــدة ساعة ثم لاحظ حالة الرهـــل والاسترخاء (Limpness) التى تصيب أوراقه بعدذلك و بعد قطع نصف بوصة من الساق أوصله بأنبوبة زجاجية منحنية بواسطة قطعة من أنبوبة مطاط (ر) كما فى شكل ٧٣ ثم اربط أنبوبة المطاط الى الأنبوبة الزجاجية ربط محكما والى الساق ثم املا بعض الأنبوبة الزجاجية بالمـاء واحرص أن يبقى الهواء بين طرف الساق والمـاء ثم صب زئبقا حتى يصبح السمت فى الطرف الخالص من الأنبوبة الزجاجية أعلى بكثير مما هو فى الآخر (ب) ؛ هنا يكره ضغط الزئبق المـاء (أ) فى الفرخ وسرعان ما تبدأ الأوراق فى استعادة موضعها وصلابتها .

٢ — امتصاص الماء — يكون المـاء فى كل النباتات النشطة النموّ أكثر من نصف مجموع وزنها . فهو يشبع مادة البروتو پلازم الحية والجدر الخلوية ثم هو أهم مكوّنات العصارة الخلوية .

تستخدم النباتات المـاء للابقـاء على حالة الانتفاخ فى خلاياها وتستعمل مقدارا قليلا منه كمادة غذائية بل هو أيضا عظيم الأهمية لاذابة مواد الغذاء المختلفة الموجودة فى النبات وحملها الى مختلف الأعضاء المتطلبة التغـذية .

فضلا عن أن امتصاص الماء هو الوسيلة الوحيدة التى يحصل بها النبات على مواد الزاد الجوهرية التى تستمد من التربة . إذ أنه لايمكن أن تجد هذه المكونات اللازمة سبيلا الى الدخول فى النباتات حتى تكون ذائبة فأما الجزئيات الصلبة من الأسمدة أو غيرها من مركبات التربة مهما صغرت فلا تأخذها النباتات .

ويدخل الماء وما تمتصه النباتات من المركبات الذائبة جسم النباتات بواسطة الانتشار الغشائى وعلى ذلك فلا تستطيع الدخول إلا من خلال أعضاء جدرها الخلوية الخارجية غير مشتملة على كيوتين أو سوبرين (Cutin or Suberin) ويحدث امتصاص الماء وامتصاص المواد الزادية الذائبة أثناء حياة النبات الحقلى أو البستانى العادى فى وقت واحد بالضرورة على أنه قد تعد كل منها ظاهرة مباينة للأخرى .

وقد تناولنا البحث فى طبيعة المواد الذائبة التى تمتصها النباتات وفى الشروط التى تضبط امتصاصها فى الفصل الثانى عشر والخامس عشر فيحسن بنا ههنا أن نتناول بحث امتصاص الماء وحده .

ان النباتات التى تعيش مغمورة غمرا تاما فى البحر والبرك والأنهار يندر أن يكون لها أديم تام النمو وهى تستمد الماء من خلال سطوح سوقها وأوراقها وكذا من خلال جذورها . أما مغلات الحقول والبساتين وكل النباتات الأرضية العادية فتمتص كل مايلزمها من الماء من التربة بواسطة جذورها فقط .

واذا ترك الماء فى تربة أص (قصرية) زرع فيه نبات ما بجفف الماء أخذ النبات فى التنكيس والذبول ولا يمكن أن يستعيد النبات سيرته الأولى تماما بأى مقدار من الماء يكره فيه بالحقن بل ولا بغمس الأوراق والسوق

فى الماء مادامت التربة باقية جافة . وفى التربة الصالحة الجيدة الصرف ينزل المقدار الأكبر من المطر الذى يسقط عليها متخللا أجزاءها حتى يصل الى التحتربة (Subsoil) ولكن يبقى مقدار منه فى التربة على شكل طبقات من الماء رقيقة أو غير رقيقة تحيط كل جزئى صلب من الجزئيات التى تتكون منها التربة .

فى مثل هذه التربة يبقى بعض الماء فى المسافات الدقيقة الموجودة بين جزئياتها و يصعد مقدار منه من التحتربة بواسطة الامتصاص الشعرى (Capillarity) الى هذه المسافات فى الطبقات العليا من التربة . والترب الصالحة الجيدة الصرف ، وهى تستبقى مقدارا مناسبا من الماء ، تسمح بنفوذ الهواء ودورانه فى باطنها بسهولة إلا حيث تكون التربة غدقة بالماء "مطبلة" (Water logged) غير موافقة لنمو المغلات الحقلية والبستانية العادية فان كل المسافات بين الجزئيات المركبة لها تمتلأ بالماء وتطرد الهواء .

بعد ظهور الجذر الابتدائى من البزرة تنشأ جذور ثانوية منه على عجل ومن هذه تخرج جذور أخرى فتصبح التربة مخترقة فى كل الجهات بجذيرات دقيقة تبدو على أطرافها شعيرات جذرية كثيرة العدّ . وتأخذ الجذيرات النامية طريقها اندفاعا فى الشقوق الصغرى الموجودة فى التربة فتتصل الشعيرات الجذرية بالجزئيات الصغرى من التربة و بطبقات الماء الرقيقة المحيط بهذه الجزئيات اتصالا تاما .

وقد كان يظن أن امتصاص الماء انما يحدث بواسطة القلنسوات الجذرية التى تسمى "الاسفنجيات" (Spongioles) ولكن دلت التجارب على أن النباتات قادرة على امتصاص كل الماء الذى تحتاجه اذا كانت القلنسوات

الجذرية معرضة للهواء أو كانت قد تلفت مادام سائر الأجزاء الحديثة السن من الجذور متصلة بالماء .

وقد أثبت بواسطة التجارب أن امتصاص الماء انما يحدث فقط خلال الشعيرات الجذرية وأحدث الأجزاء الموجودة فى جوار الشعيرات الجذرية . أما فى الأجزاء التى تليها فى السن وهى التى قد حفيت عنها الشعيرات وتغطت بنسيج من الخلايا الفلية فلا يستطيع الماء النفوذ منها .

جدران الشعيرات الجذرية تتكوّن من سلولوز عادى غير مكوتن (Uncutinized) يمر منه الماء بسهولة ويسبب وجود مواد انتشارية فى العصارة الخلوية داخل الشعيرات تجتذب الماء الذى تتصل به .

و بعد قيام الشعيرات الجذرية بعملها مدة قصيرة تذبل وتموت ولكن قبل حدوث هذا تظهر مجموعة جديدة من الشعيرات تنشأ على الجذيرات الآخذة فى الامتداد .

وأكبر نمو فى الشعيرات يحدث على الجذور التى يسمح لها بالنمو فى هواء رطب أو فى تربة معتدلة الجفاف واذا كانت الجذور كلها مغموسة فى الماء لم توجد فى العادة شعيرات جذرية . إذ أن الامتصاص فى هذه الجذور انما يحصل بواسطة الخلايا السطحية غير الممتدّة من الطبقة الشعرية إذ لا حاجة إذ ذاك لامتداد هذه الخلايا لتكون شعيرات طويلة .

فى الأراضى الشديدة الجفاف يضعف نمو الشعيرات أو يمتنع .

ونظرا لدقة طبيعة الشعيرات الجذرية لا يمكن ازالة نبات ما من الأرض بغير فصم اتصال الشعيرات بالجزيئات الدقيقة من التربة واتلاف كثير منها اتلافا مؤبدا . فالنباتات المشتولة تتأذى تبعا لذلك من الظمأ حتى تبدر شعيرات أخرى على الجذيرات .

وفى بعض النباتات لا تتكوّن الجذور والشعيرات الجذرية بسرعة وعلى ذلك فلا يمكن شتل مثل هذه النباتات . فاذا نقلت أشجار أو غيرها من النباتات فالواجب وقاية أصغر الجذيرات اذ يسهل منها خروج شعيرات جذرية جديدة . ويجب بعد شتل النباتات العشبية تجنب تعريضها لجو جاف أو لضوء شديد مدة ما أو لغير ذلك من المؤثرات التى تدعو الى فقد الماء من الأوراق بواسطة التبخر ما أمكن ذلك (أنظر فصل ١٤) .

والامتصاص الانتشارى للماء بواسطة الشعيرات الجذرية انما يحدث اذا تيسرت لها الشروط الآتية :

(١) درجة معلومة من الدفء فى الترب المجاورة .

(٢) التعرّض للهواء الطازج .

(٣) مقدار مناسب من الماء .

أنواع الكرنب وغيره من النباتات قادرة على امتصاص مقادير كبيرة من الماء عند درجة التجمد ولكن اذا كان الماء على درجة تحت تلك كما يحدث فى شتاء بعض الأقاليم الباردة فان الامتصاص يقف أو ينقص جدا ولا يعود سيرته الأولى إلا على عودة أيام الدفء فى الربيع فحينئذ يبدو التنشط فى الجذور .

ولذلك كان سقى جذور نباتات المنطقة الحارة ونصف الحارة وكذا سقى ما يزرع فى أصص موضوعة فى البيوت الحارة (التى تصنع لها فى البلاد الباردة) بمياه الآبار سببا فى عوق قوتها الامتصاصية بتخفيض درجة حرارتها تخفيضا كبيرا .

وقد أبان العالم ساتش أن امتصاص نبات التبغ للماء على درجة ٤ أو ٥ مئينية كان من القلة بحيث اعتوره الذبول بالرغم من أن جذور النبات كانت معرضة لفيض من الماء .

ودرجة الحرارة فى الأراضى المصروفة صرفا كاملا هى تبعا لوجود مقدار كبير من الماء الذى يحتاج الى كثير من الحرارة لتدفئته أقل فى العادة من الدرجة التى تؤدى فيها جذور النباتات الحقلية والبستانية وظيفتها أحسن أداء وزد على ذلك أن هذه الترب لا تسمح بدوران الهواء الطازج فى باطنها فتعاق عملية التنفس التى يجريها پروتوپلازم الشعيرات الجذرية الحى .

واذا لم يدخل مقدار مناسب من الأوكسيچين أو اذا وجد فى التربة مقدار كبير من ثانى أكسيد الكربون تتكوّن مركبات سامة فى باطن الجذور بسبب سوء التنفس تؤدّى الى ضعف صحة النباتات . وكذا الأمر فى النباتات التى تزرع فى الأصص فانها اذا أفرط ريها ظهرت عليها علائم أذى من قبيل ذلك .

وتموت الجذور أو تنمو نموّا سيئا اذا نقلت نباتاتها ووضعت فى التربة الى عمق بعيد . والشعيرات الجذرية وان كانت تسير حتى تتصل بجزئيات الأرض اتصالا كليا وكانت مهيئة خصيصة باستعمال الطبقات المائية الرقيقة التى تحيط بهذه الجزئيات لا تستطيع أن تسحب كل الماء الذى تستطيع الأرض استبقاءه . واذا تركت الترب للجفاف أخذت النباتات النامية فيها فى الذبول بمجرد نقص الماء عن مقدار معلوم يختلف باختلاف تركيب التربة . فقد وجد أن نباتات الفول والتبغ والخيار تذبل وتموت فى الأراضى البستانية الجيدة التى تشتمل على ١٢ الى ١٥ فى المائة من الماء وفى الأراضى الصفراء التى تشتمل على ٨ فى المائة .

تج ٩٩ : ازرع فولة فى أص ملئ من تربة رملية وأخرى فى أص ملئ من تربة البستان . فاذا نما النباتان وأخرج كل منها ورقات أربعا تامة النمو فدع التربة تجف . وعند موت النباتين استخرج التربة من كل أص وابحث عن نسبة ما بقى فيها من الماء . وللقيام بهذا زن طبقا من الصينى ثم ضع فيه مقدارا قليلا من التربة وزنه بعد ذلك . فالفرق يكون وزن التربة . ضع الطبق بما فيه من التربة فى فرن مائى ليجف الماء واتركه كذلك خمس ساعات أو ستا ثم اذا برد فزنه ، فالنقص الحادث فى الوزن هو مقدار الماء المتبخر من مقدار التربة المأخوذة فاحسب من هذه الأوزان نسبة ما فقد من الماء فى المائة .

تج ١٠٠ : انتخب ثلاث بوادر من نبات الكرنب تكون كلها بحجم واحد ما أمكن واقتلع واحدة منها مع الحرص الزائد بما علق عليها من التربة حتى يكون الأذى الذى يصيب الجذور قليلا ما أمكن فأما الثانية فخذها وانفض عنها كل ما عليها من التراب ، فأما الثالثة فبعد أن تنفض عن جذورها ترابها كله فانزع عنها أدق جذيراتها . ثم ازرع الثلاثة جميعها وراقب أحوال النمو فى الأيام العشر التى تلى يوم الزرع .

٣ — الضغط التسربى (Exudation Pressure). الضغط الجذرى — "ادماء النباتات" يمر الماء بواسطة الانتشار الغشائى بعد إذ امتصته الشعيرات الجذرية من التربة الى خلايا القشرة البرنشيمية المجاورة (ق ٦ ٢ ، شكل ٦٢) ثم تمتصه الخلايا القشرية بعضها عن بعض حتى تنتفخ كلها انتفاخا عظيما ثم تلحقها فى ذلك الانتفاخ الخلايا البرنشيمية الموجودة فى باطن اسطوانة الجذر الوعائية . فاذا بلغ الضغط درجة معلومة داخل أبعد الخلايا البرنشيمية الداخلة المتاخمة للاشرطة الزيلمية (الخشبية) (ز ٢٠ ، شكل ٦٢) أصبح بروتوبلازم الخلايا قابلا لنفوذ الماء من خلاله وأكره جزء من العصارة الخلوية الذى به فى فراغات الأوعية والقصيبات المتصلة بالخلايا ويسمى الضغط المحدث بواسطة خلايا القشرة البرنشيمية المنتفخة وخلايا النسيج الأساسى الموجود داخل اسطوانة الجذر الوعائية "بالضغط الجذرى".

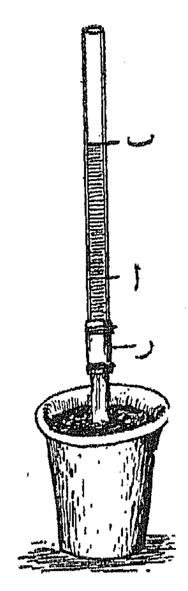
وتصبح الأوعية وقصيبات الحزم الوعائية تحت هذا الضغط ملأى بالماء وعند قطع ساق شجرة فى الربيع بعد إذ تكون الجذور قد ابتدأت فى عملها الامتصاصى وقبل تفتح البراعم، يكره الماء على الخروج من الطرف المقطوع من الجذل الذى لايزال متصلا بالجذر بمقادير كبيرة أو صغيرة ويسمى خروج الماء من النباتات التى قطعت "بالادماء" . وليس السائل الذى يكره على الخروج من نبات مدمأ ماء نقيا ولكنه محلول يشتمل على مقادير قليلة من مواد شتى مثل الكربوايدراتات القابلة للذوبان والحوامض والأملاح العضوية

وغير العضوية والبروتيدات . ويشتمل السائل الخارج من شجرة الاسفندان السكرى (.Sugar maple) على ثلاثة فى المائة من السكر وهذا يستخرج من السائل فى بعض بقاع الدنيا وينتفع به كذلك .

وفى الكروم وغيرها من الأشجار قد يستمر الادماء بضعة أيام يترشح فى أثنائها بضع لترات من العصارة .

وبوصل مانومتر مناسب (أى مقاس ضغط) الى جذل ساق دامية يمكن معرفة مقدار الضغط الذى أكرهت به العصارة على الخروج . ويبلغ مقدار هذا الضغط فى الكرم أكثر من جو واحد أى أنه يكفى لرفع عمود من الزئبق طوله ٧٦٠ ملليمترا .

وقد وجد أن الضغط الجذرى لنبات القريص (.Nettle) كاف لموازنة عمود من الزيبق طوله ٤٦٠ ملليمترا وظواهر الضغط الجذرى والادماء تظهر ظهورا بينا فى المعمرات الخشبية مثل الكرم فى الربيع وأوائل الصيف حيال وقت تفتح البراعم . فى هذا الفصل تساعد حرارة التربة الجذور على الامتصاص الشديد ولا يجد الماء المأخوذ مخرجا فتصبح أوعية الخشب الحديث وقصيباته فى النبات جميعه مفعمة بالماء فاذا حز فى الساق سال الماء وانطلق . على أنه فى الصيف عند ما تكون الأوراق متمددة والماء ممتصا بواسطة الجذور ومكرها فى الاسطوانة الوعائية يسير الماء فى الساق ثم يدخل فى الأوراق حيث ينطلق فى الهواء على صورة بخار كما سيمر عليك فى الفصل التالى . وسرعة فقد الماء من الأوراق ينتهى بزوال مقادير كبيرة من الماء من فراغات الأوعية والقصيبات ثم ترى هذه الأجزاء الخشبية مشتملة على مقادير عظيمة من الهواء ومن الماء أيضا . والنباتات التى تقطع فى هذا الوقت لاتدمى .



(شكل ٧٤)

وفضلا عن ذلك فان تبخر المـاء من الأوراق يستمر بسرعة يبلغ من فرطها أنه يحدث منها فراغ جزئى يسبب ضغطا سلبيا فى الجهاز الوعائى من النباتات . ففى مثل هـذه الظروف يرى أن الجزل (Stump) المقطوع المتصل بالجذر يمتص كل مايعطى اليه من الماء بدل أن يندفع منه الماء بقوة عظيمة ولا يعود الضغط الجذرى الموجب حتى يصبح الجزل مشبعا بالمـاء .

وليس الضغط الجـذرى والادماء مقصورين على الأشجـار والشجيرات ولكنه ملاحظ لدرجة ما فى كثير من النبـاتات حينما يعاق تبخـر المـاء من الأوراق أو يمنع فيرى فى كثير من النباتات العشبية مثل البطاطس والتبغ والداليـا والذرة كما يرى فى النباتات الخشبية الساق وأ كبر ما تكون قوة الضغط الجـذرى بعد الظهر وأصـغر ما تكون فى با كورة الصباح . وهذه القوة تتأثر كغيرهـا من العمليات الحيوية بالظروف الخارجية فازدياد درجة حرارة التربة تزيد هذه القوة . على أن الضغط الذي يحدثه التنشط الانتشارى الغشائى فى الخـلايا البرنشيمية القشرية ومثلها من الأجزاء الأخرى فى الجذر والساق وان كان غير كاف لدفع المـاء الى قمة الأشجار العالية فانه يدخل المـاء الى المجارى الموصلة ويساعد على سرعة تنقل المـاء فى كل الأنسجة الوعائية من النبات .

واذا سـاعد دفء التربة على التنشـط الامتصاصى فى جذر النبات وقل فى نفس الوقت فقد المـاء على صورة بخار من الورق أو منع بسبب وجود جو رطب يصبح النبات مشـبعا بالمـاء فيخرج المـاء من أطراف الأوراق وحوافها على صـورة نقط كثيرا ما زعمها الناس ندى . وترى هذه النقط أحيانا فى الصباح الأبدر على الأطراف والحواف من أوراق فصيلة التروبيولم (Tropœolum) وأوراق القمح وكثير غيره من النباتات .

وادماء السوق المقطوعة وتسرب نقط الماء من النباتات غير المقطوعة لا يتسبب كله عن الضغط الانتشارى فى خلايا الجذر ولكنه راجع لدرجة ما الى الخلايا البرنشيمية من الورقة والأشعة النخاعية و برنشيمة الزيلم من السوق إذ أن الادماء من الطرف المقطوع من ساق مورق غير متصل بالجذر يمكن أن يحدث أحيانا بغمس أوراقها الصغيرة السن السهلة التبالل وكذا غمس الساق فى الماء غمسا تاما . والضغط الانتشارى ، الذى يحدث فى ادماء النباتات ، إذا هى قطعت ، أو انطلاق نقط الماء مدفوعة من الأوراق وغيرها من الأجزاء ، هو ظاهرة عامة تلاحظ بدرجة ما فى كل أجزاء جسم النبات . وخير ما يطلق عليه اسم الضغط التسربى أو "الضغط الادمائى" فأما الضغط الجذرى فليس إلا مثلا خاصا من تنشطه .

تج ١٠١ : ارو نباتا من عباد الشمس تام النمو أو من الطماطم أو التبغ المزروع فى أ ص كما فى شكل (٧٤) وضعها فى مكان دافئ مظلل مدة ساعتين أو ثلاث ثم اقطع الساق وثبت أنبوبة زجاجيــة فى الجذل بواسطة أنبوبة مطاطة (ر) وصب فيها قليلا من الماء واطرق عليها بأصبعك حتى تخرج فقاعات الهواء ، وعلّم الارتفاع الذى يقف عنده الماء كما فى (ا) . فبعد مدة ما يندفع مقدار من العصارة من الجزء المقطوع من الساق و يرتفع فى الأنبوبة الزجاجية .

تج ١٠٢ : اقطع ساق قريص صغير السن متنشط النمو فى الربيع و بعد مسح سطح الجزء المقطوع من الساق انظر اليه بعدسة تجد أن العصارة التى تتسرب بعد ذلك تأتى من الحزم الوعائية لا من النخاع .

تج ١٠٣ : ابذر بعض حبوب من الشعير فى أ ص ملىء من تربة جيدة مأخوذة من البستان . واذا أصبحت النباتات على طول قدره خمس بوصات ونصف أو ثلاث فضع الأص فى مكان عال من غرفة دافئة مظللة أو فى مكان مظلم وغط الاص بزجاجة ناقوسية . لاحظ أن نقط الماء بعد مضى ثلاث ساعات أو أربع تترشح من أطراف الأوراق الصغيرة السن . ثم أزل الزجاجة الناقوسـية واترك النباتات مكشوفة حتى تجف جفافا تاما ثم غطها ثانيا ولاحظ أن الماء يبرز منها ثانية .

(شــكل ٧٥)

الفصل الرابع عشر

النتـــح

النتح (Transpiration) — تيار النتح (Transpiration Current)

النتح — اذا حصرت ورقة من نبات الطرطوفة النامى فى أنبوبة تجربة واسعة فى يوم ضاح دافئ كما فى شكل (٧٥) وسد طرف الأنبوبة بسدادة فل مشقوقة (ف) أو بشئ من القطن المندوف لوحظ أن داخل الأنبوبة يتغطى على عجل بطبقة من الماء على شكل نقط الندى وهذه تتساقط وتجتمع فتكون مقدارا ليس بضئيل كما هو مبين فى (أ).

من كل أجزاء نباتات الأرض العادية يستمر فقد الماء فقدا خفيا على صورة بخار فاذا لم تتخذ الوسائل لجمع الماء بطريقة ما أشبه بالطريقة السابق شرحها لم يسهل ادراك وجود مسألة انطلاق الماء من النباتات الى الهواء. ويسمى تصاعد الماء على صورة بخار من النباتات الحية "بالنتح". وليس النتح مجرد عملية فوسيقية من التبخر أو الجفاف كما يحدث عند مايتعرض الى الهواء منديل مبلل ولكنه عملية فيسيولوجية يضبطها پروتوپلازم النبات الى حدما وان كانت متأثرة بظروف خارجية. وتفقد أجزاء النباتات من الماء وهى ميتة أكثر مما تفقده وهى حية.

وقد وجد الأستاذ هالس (Hales) أن مقدار الماء الذى يتنفسه نبات من عباد الشمس طوله ثلاثة أقدام ونصف يبلغ عشرين أوقية انجليزية فى اثنتى عشرة ساعة وأن مقدار الذى يصعده نبات الكرنب العادى فى مثل هذا الزمن

١٥ أوقية تقريبا وعلى ذلك فمقدار ما يخرجه فدان من الكرنب فى اليوم يبلغ ثلاثة طنات أو أربعة ولما كان الماء المفقود من الأجزاء العليا من النباتات انما يعوّضه الماء المستمد من التربة فانه لامشاحة فى أن الأرض التى تحمل على ظهرها المغل تكون أخف من الأرض البور .

واذا استمر النتح على نسبة أكبر من نسبة امتصاص الجذر فان حالة الانتفاخ التى تكون عليها الخلايا تنقص كثيرا أو قليلا ويعقبها الذبول . ولا تحدث حالة الذبول هذه عادة فى التربة الجافة المشتملة على مقدار قليل جدا من الماء فى المناخات الحارة الشديدة وهج الشمس وحدها بل لقد تحدث فى الترب العادية حتى ولو كانت الجذور مجدّة فى امتصاص مايكفى حاجة النباتات من الماء اذا نقص الوهج وقلت درجة الحرارة وخففت الظروف التى تدعو الى فرط النتح .

ولا يتحتم أن يفيد الذبول أن الماء لايدخل النبات . وانما هو علامة على أن الماء الذى يفقده النبات أكثر مما يأخذه .

ويؤدى عملية امتصاص الماء مايحدث للنبات من الأضرار الميكانيكية فى مناطق الامتصاص من الجذر عند شتلها وكذا الاضرار التى تصيبه من غشيان الحشرات وهبوط درجة حرارة التربة تحت الدرجة التى يستطيع الجذر عندها أن يقوم بوظيفته . وزد على ذلك أن عدم كفاية مدد الهواء للجذر كما يحدث حينما يكون الجذر فى أرض مغدقة تمنع انتظام الامتصاص وربما أحدثت استرخاء وهزالا للأوراق .

ويشاهد فى كل أنواع النباتات ولا سيما فى فصائلها التى تعيش فى المواقع الجافة ملاءمات متنوّعة تدعو الى منع سرعة فقد الماء .

وتؤثر طبيعة الجدر الخلوية الخارجية من مختلف أجزاء النباتات فى السرعة التى تجرى بها عملية النتح . وفقدان الماء من الخلايا ذات الجدر المسوبرة (Suberised) والمكوتنة (Cutinized) قليل وعلى ذلك فالنتح الناتج من سوق التين الشوكى والودنة ومن كثير من أنواع الفواكه كالتفاح والكمثرى ذات الاديم التامة النمو وكذا من السوق والدرنات المغطاة بنسيج فلى وقشر، والقرع والبطاطس وكثير غيرهما من أنواع التفاح المشتمل على نسبة كبيرة من الماء تبق مقدارا عظيما منه مدّة عدة أسابيع وربما طالت شهورا .

ويساعد على منع فرط النتح وجود غطاء من الشعور الصوفية على الأوراق وغيرها من أجزاء النبات . وانفراز طبقة شمعية على ظاهر قشرة كثير من الأوراق كأوراق الكرنب والبصل وعلى الفواكه كالبرقوق والأعناب يفعل ذلك أيضا وقد دلت التجارب على أن هذه الطبقة الشمعية اذا مسحت عن الأوراق والفواكه كان فقد الماء منها أكثر منها اذا لم يمس .

ومقدار مايسمى "بالنتح الأديمى" (Cuticular Transpiration) أو الفقد الذى يحصل من خلال الجدر الخلوية الخارجية من الاوراق والسوق والأجزاء المعرّضة للهواء عادة هو فى كل الأحوال ضئيل إلا فى الأعضاء الصغيرة السن التى لم يتم تكوتن خلاياها القشرية .

وأهم مايكون من انطلاق الماء انما يحدث "بالنتح الثغرى" (Diastomatic) أى بفقده من خلال فتحات الثغور وبما أن هذه الثغور انما يكثر وجودها على الأوراق لذا نعتبر الأوراق أهم آلات النتح .

ولخلايا البرنشيمة الاسفنجية من الورقة (ب . شكل ٦٥) جدر غير مكوتنة تسمح بمرور بخار الماء الى المسافات المابينية ومنها ينطلق خارجا من الثغور (ث) .

والعادة أن يكون وجود الثغور أكثر على السطوح السفلى من الأوراق العادية ويمكن أن يبين (تجربة ١٠٧) أن النتح فى مثل هذه الأحوال انما يغلب فى الجوانب السفلى .

والنبات ذات الأوراق الكبيرة تنتح فى العادة وتحتاج الى مقدار عظيم من الماء لتمام نموها إلا اذا كانت سطوحها محمية بصفة خاصة بأديم كثيف وتوجد هذه الأوراق فى المواقع الرطبة التى لا تلائم العرق والتى يحتاج الأمر فيها تبعا لذلك الى سطح عارق كبير تستطيع أن تتخلص به من الماء الزائد فاما أوراق النباتات المهيئة للمعيشة فى المواقع الجافة فهى فى الغالب صغيرة وضيقة وسطحها الناتج مختزل فى الغالب الى نهايته الصغرى .

وفى النتح الثغرى من ورقة أو ساق يضبط انفتاح الشق الكائن بين خليتى الثغر الحارستين وانقفاله (ا . شكل ٦٤) مقدار بخار الماء المنطلق وبانتفاخ هاتين الخليتين يستدل الناظر على انتفاخ الشق أو انقفاله . فاذا كانتا زائدتى الانتفاخ مالت احداهما عن الأخرى منحنية ولاحت الفتحة أوسع ما تكون فاذا استرختا استقامتا ونقصت الفتحة الكائنة بينهما حتى تتلامس الأطراف السائبة من الخليتين وتسدّ الثقب سدا .

وانتفاخ الخلايا الحارثة وامكان انطلاق البخار المائى من الورقة تبعا لذلك تؤثر فيه الظروف الداخلية والباطنية ولا يعرف عن طبيعة الظروف الحيوية الباطنية إلا قليل، إلا أنه عند مايكون فقد الماء مفرطا بحيث لا يعوّض عنه بواسطة الامتصاص من التربة تأخذ الثغور فى الاسداد قبل أن يلاحظ حدوث الذبول الفعلى .

وأهم الظروف الخارجية التى تؤثر فى عملية النتح هى مايلى :

(١) مقدار شدّة الضوء الذى يتعرض له النبات .

(٢) المحتوى المـائى (water-content) الذى فى الجو المحيط .

(٣) درجة حرارة الهواء والتربة .

(٤) حركة الهـــواء .

(٥) المحتوى المائى فى التربة وتركز (Concentration) المواد الموجودة فى المحاليل التى يمتصها النبات وكذا الطبيعة الكيماوية لهذه المواد .

(١) فى الليل وفى الغرف التى يحدث فيها الظلام تنتح النباتات قليلا . فأما اذا كانت فى منتشر ضوء النهار فانه يلاحظ زيادة فى النتح ولكنها اذا تعرضت الى وهج نور الشمس كأن مقدار المـاء المنطلق عظيما . وقد وجد فى احدى تجارب ويزنر (Weisner) أن ١٠٠ سـم م من السطح الورقى لنبات ذرة مستوفى الانبات أطلقت فى الظلام ٩٧ ملليجراما من الماء فى الساعة وفى منتشر ضوء النهار ١١٤ ملليجراما و فى ضوء الشمس ٧٨٥ .

والعادة أن انتفاخ الخلايا الحارسة يزداد بتأثير الضوء فينفتح الثقب الثغرى وبذا يستطيع البخار المـائى أن ينطلق حرا من الورقة . وأثر الضوء فى النتح مستقل عن تأثير الحرارة التى تصحبه عادة على أنه ليس متصلا مجرد اتصال بازدياد انفتاح الثغور الواقعة تحت تأثيره اذ تلاحظ مثل هذه الزيادة من النتح اذا تعرض الفطر الذى ليس له ثغور للضوء المفرط فى شدته . فالضوء كما يظهر انمـا يعمل كمؤثر مباشر فى البروتوبلازم يجعله أقبل لنفوذ ماء العصارة الخلوية منه . هذا ولا بد من ملاحظة أن النور يؤثر فى عملية النتح تأثيرا غير مباشر بواســطة تنويع بناء الأنسجة وتركيب الجـدران الخلوية إذ النباتات الناميــة فى المواقع المعرضة للنور تعرضا تاما ، يزداد فيها نمو الأديم وتنقص المسافات الخلالية الكائنة فى باطن الأوراق عما هو الحال فى النباتات النامية فى المواقع المظللة ويكون نتح المـاء من الأولى أقل منه فى الثانية .

(٢) اذا كان الهواء مشبعا كما يكون فى اليوم الغـائم أو الصوبات (Green Houses) الرطبة يكاد النتح يمتنع امتناعا كليا . فأما اذا كان الجوجافا فانه يدعو الى فقد المـاء حتى ولو كان الجو باردا . وربمـا كان الضرر الذى يحـدث للأوراق الغضيضة ، وغيرها من الأجزاء التى هى قريبة العهد بالانبساط ، على درجات الحرارة الواطئة من زمن الربيع انمـا يحدث من جفاف الجو كما يحدث من برودته .

(٣) قد وجد أن بعض النباتات تنتح قليـلا على درجات تحت درجة التجمد فاذا رفعت الدرجة بين حدود معلومة ازدادت سرعة انفتاح الثغور بل لقد يزداد النتح فى أجزاء ليس بها هذه الثغور .

(٤) النباتات التى تتعرض لتيارات قوية من الهواء تفقد من مائها مقادير عظيمة حتى ولو كانت الثغور مقفلة .

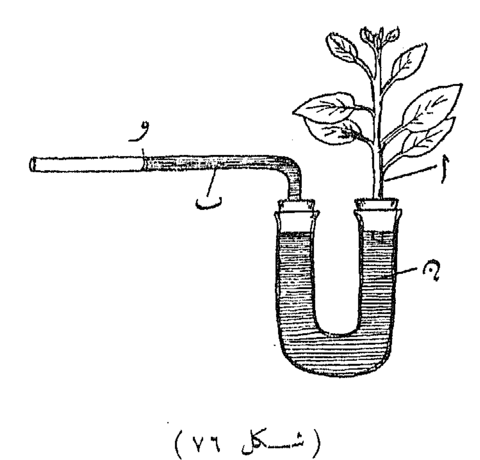
(٥) اذا حدث نقص كبير فى ماء التربة التى زرع فيها نبات ، ترتب على ذلك نقص فى نتحه .

وقد وجد ساكس (Sacks) وغيره من أن المقادير القليلة من القلويات والبوتاسا والصودا والنوشادر تدعو الى زيادة النتح . أما الأحماض فتنقصه .

تج ١٠٤ : اجمع المـاء الذى يخرج من ورقة عباد الشمس فى أنبوبة على الصفة المشروحة فى شكل (٧٩) .

تج ١٠٥ : (ا) خذ ثلاثة دوارق يسع كل منها ١٠٠ أو ١٥٠ سـم م وصب فى كل منها ماء حتى تمتلىء ثلاثة أرباعها .

واقطع فرعين متساويين من شجرة تفاح طول كل فرع قدمان وأزل الأوراق عن أحدهما وضع الفرعين فى دورقين منفصلين و بعـد تعليم حد المـاء فى كل منهما بقطعة من الورق المصمغ عرض الدوارق الثلاثة فى نافذة معرضة للضوء جيدا أو خارج المكان . واصبر عليها ست ساعات ثم انظر مقدار ما فقد من المـاء فى كل . وانظر أى الفروع نتح أكثر .



(شــكل ٧٦)

(ب) لامكان معرفة المفقود من المـاء معرفة أدق من السابقة زن كل دورق على حدة وزن الفروع كذلك عند بدأ التجربة وبعدها مباشرة . هنا يلاحظ أن المـاء الذى أخذه الفرع المورق لايمتص فى مادته فقط بل تنتحه الأوراق بعـد ذلك إذ أن وزنه فى أول العملية ونهايتها واحد تقريبا ، وان كان وزن المـاء المفقود من الدورق عظيما .

(حـ) أعد التجربة وضع الجهاز فى غرفة مظلمة .

تج ١٠٦ : يمكن اظهار النتح من فرخ ما بواســطة تهيئته كما فى شكل (٧٦) . ادفع الفرخ الشحم المقطوع (ا) فى سدادة فل مثقوبة . ويجب أن يكون الفرخ بحيث يملأ الثقب ملأ وأن يتدلى منه قليلا . واملأ الأنبوبة المتوازية (U) (ن) بالمـاء ملا كاملا ثم ضـع السدادة والفرخ فى أحد طرفى الأنبوبة ولاحظ أن يكون الطرف الثانى مملوء بالمـاء ملأ كاملا ثم ضع فيه ســدادة بأنبوبة ملوية (ب) هنا يندفع بعض من المـاء على استطالة الأنبوبة الملوية الى نقطة (و) فتعلم بورقة مصمغة . وهيء الجهاز حتى تكون الأنبوبة (ب) أفقية وعرضة لنور مشرق هنا يحدث نتح من أوراق الفرخ يؤدى فى الحال الى تراجع المـاء على استطالة الأنبوبة (ب) .

ولا بد أن تكون مفاصل الجهاز محكمة لا ينفذ منها الهواء كما أنه يجب أن لا يبقى فى الأنبوبة (ب) أى شئ من الفقاعات الهوائية .

تج ١٠٧ : يمكن بيان الفرق فى النتح الحادث من سطحى الورقة حيث يكون فى أحد السطحين من المسام عدد أكثر بكثير مما فى الثانى بوضع الورقة بين ورق نقع فى محلول كاورور الكوبالت وجفف .

اعمل محلولا قوته ثلاثة فى المائة من كاورور الكوبالت وانقع فيه بعض قطع من ورق النشاف أو من ورق الترشيح المدور . ثم اترك هـذا الورق يجف فى الهواء . والعادة فى كاورور الكوبالت أنه اذا كان رطبا كان قرنفلى اللون فى الورقة ولكنه اذا جفف كان أزرق زاهيا . فاذا تشرب قليلا من المـاء من الهواء أو غيره عاد قرنفليا كما كان .

ضـع ورقــة من المداد القرمزى (Scarlet Rumer) بين قطعتين من ورق كاورور الكوبالت الأزرق أى الجاف . وضع الكل بين لوحين من الزجاج . لمنع امتصاص المـاء من الهواء وبعد ربع ساعة افحص الأوراق ولاحظ أى الورقتين أكثر احمرارا وأين هى من الورقة النباتية .

أعد التجربة بأوراق الزنبق (Lilac) والكمثرى والبرقوق وغير ذلك من النباتات .

تج ١٠٨ : لابانة تأثير غطاء من الفصل فى منع فقد الماء بواسطة النتح خذ بطاطستين متساويتى الحجم ما أمكن . قشر احداهما و زن كل منهما على حدة واتركهما معرضتين للهواء مدة ساعتين و زنهما بعد ذلك لمعرفة أيتهما قد فقدت من مائها أكثر .

بين بالطريقة المذكورة أنه عند ما تزال قشرة تفاحة يحدث فقد الماء أكثر وأسرع مما اذا بقيت القشرة .

تيار النتح — فرط فقد الماء من النباتات بواسطة العرق ينتهى على عجل باسترخاء الأوراق وموتها اذا لم يمتص ماء أكثر من المفقود ليعوض عن الماء الذى أطلق والامتصاص اللازم يحدث فى الجذور بالطريقة التى سبق شرحها توجد بين الشعيرات الجذرية حيث يدخل الماء و بين الأوراق حيث رج أكثره الى الهواء حركة تيار من الماء مستمرة الى أعلى فى خلال لجذر والساق من النبات الحى و يسمى هذا التيار من الماء "بتيارالنتح" .

بواسطة هذا التيار تبقى حالة انتفاخ الخلايا الحية فى أجزاء النبات الحية مهمة هذا التيار حمل مدد دائم من المواد الغذائية من التربة . والماء الممتص بواسطة الجذر يشتمل على مواد شتى جوهرية لتغذية النبات وهذه الأوراق تنتقل الى خلايا الأوراق وغيرها من الأعضاء حيث تترك غير مستعملة ولا ينطلق إلا الماء النقى فى عملية النتح . و زد على ذلك أنه يلاحظ أن الشرائط التى تدعو الى تنشط النتح وسرعة حركة الماء أى ارتفاع درجة الحرارة والتعرض لضوء النهار هى الشرائط الجوهرية اللازمة لتكوّن المواد العضوية من المواد الزادية . ولاستعمال الزاد فى عملية التغذية التى يقوم بها النبات .

وانتقال الماء فى كل أجزاء النباتات من خلية الى خلية بواسطة الانتشار الغشائى البسيط هو من البطء الشديد بحيث لا ينفع فى مدّ الأجزاء العليا من النباتات ، حيث يحدث فقد الماء بسرعة بالمدد الكافى . أما تيار النتح فيسير

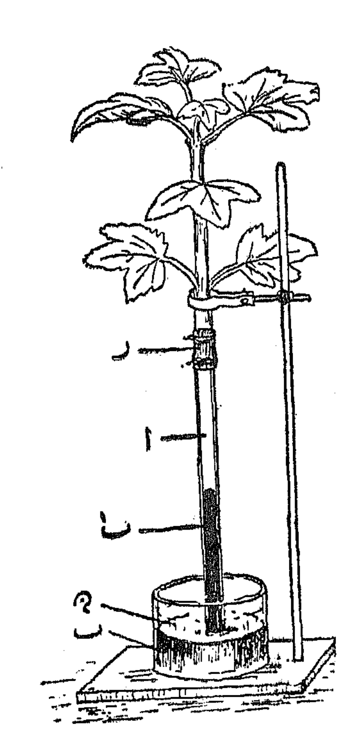
أسرع من ذلك كثيرا . فقد وجد أنه يسير فى النباتات العشبية بسرعة خمسة أقدام الى ستة فى الساعة عند ملاءمة شرائط النتح وفى أكثر النباتات يكون أقل من ذلك . أما السبيل الذى يسلكه الماء فى النبات فهو زيلمه . فأما كونه لايحمله نخاع الشجرة فظاهر من أن كثير من الأشجار تقوم بوظائفها بعد ازالة نخاعها وصيرورة مركزها خاليا متحللا .

كما أنه من السهل اثبات أن القشرة والفلويم لايوصلان هذا التيار السريع الى أعلى إذ أنه بعد ازالة قطعة حلقية الشكل من النسيج ضيقة الى حدّ الكامبيوم من دائر الفرع لاتذبل الأوراق الكائنة فوق الموضع الذى أزيل عنه القشر والفلويم .

وقد أثبت بتجارب عدّة أن التيار يسير فى أصغر الحلقات السنوية أى الخارجية من السوق الخشبية . وعلى أكثر مايكون فى فراغات الأوعية والقصيبات ان لم يكن سيره مقصورا عليهما . أما خشب القلب فلا يوصل الماء وإنما يقوم مقام مسند ميكانيكى للشجر .

وبوضع السوق المقطوعة من النباتات العشبية والأذنات والأوراق فى محاليل ملونة من بعض الأصباغ ثم عمل قطاعات من السوق بعد ذلك فى فترات متعددة وتعريضها للضوء يلاحظ أن المحاليل تسير فى الحزم الوعائية اذ تنصبغ . فأما بقية الأنسجة فتبقى بلا لون مدّة ما بعد إذ تتلوّن الحزم .

أمّا سبب تحرّك الماء خلال النبات أو القوّة التى تدفع تيار النتح فقد كان موضوع بحث طويل مدّة نيف وقرن . على أنه لايمكن أن يعطى تفسيرا يلم بوقائع الحال فان القوّة الانتشارية فى الخلايا الحية من الجذر والساق ، تلك القوّة التى تؤدّى الى حدوث الضغط الادمائى ، والجذب الانتشارى من المواد الموجودة فى خلايا الورق البرنشيمية ذلك الجذب الذى يؤدّى الى



(شــكل ٧٧)

نشوء قوة ماصة تسحب المـاء من الحزم الوعائية ، يساعدان على احداث حركة سريعة لسير المـاء فى النبات وقد تكون هاتان القوّتان المعتمدتان على تنشط الخـلايا الحية فى النباتات العصيرية كافية للابانة عن حركة تيار النتح ولكن إيصال المـاء الى قمة الأشجار العالية جدا لايمكن تفسيره فى هذا المقام تفسيرا مرضـــيا .

تج ١٠٩ : (ا) اغمس أذنة ورقة من نبات جرانوم الحدائق فى محلول يوسين مخفف أو محلول مداد أحمر وضع الجميع فى مكان ضاح . وبعـــد ساعة ارفع الورقة فى النور وافحصها بالعين المجردة أو بعدسة جيب . هنا يرى أن المحلول قد امتص منه وسار فى الحزم الوعائية وهذه تشاهد مصبوغة حمراء . اقطع شرائح رقيقة من الأذنة وانظر اليها بعدسة ولاحظ أن المحلول لم ينتشر فى الأنسجة المحيطة بالحزم الوعائية كثيرا .

(ب) أعد التجربة على أوراق أخرى وعلى سوق عشبية ورقية أخرى .

(ج) أغمس الحوامل الزهرية من زهرات كرنبة وبخلة ونبات داتورة وغير ذلك من حوامل الأزهار فى المحلول ولاحظ أن الحزم الوعائية الرقيقة فى البتلات تنصبغ حمراء .

تج ١١٠ : أزل حلقة عرضها نصف بوصة من فرع شجرة فى الصيف ولاحظ أن الأوراق الموجودة فوق القطع لا تذبل .

تج ١١١ : لابانة أن للفرخ المفرط فى النتح قوة امتصاص عظيمة هيئ فرخ جميز أو طرطوفة كما فى شكل (٧٧) وخذ قطعة من أنبوبة صمغية مرنة (ر) طولها بوصتان تقريبا وثبت طرفا منها فى طرف الفرخ وضع الثانى فى أنبوبة زجاجية (ا) واربط الأنبوبة الصمغية بالفرخ ربطا محكما بخيط . واسمح للفرخ بالتعلق مدلى فيها واملأ الأنبوبة ماء . واطرق بلطف على هذه الأنبوبة واعصر الأنبوبة الصمغية حتى تتخلص من فقاقيع الهواء كلها . فاذا امتلأت الأنبوبة بالمـاء فسدّ طرفها بالابهام وهيئ الجهاز كله على الصورة المبينة فى شكل (٧٧) وضع طرف الأنبوبة تحت المـاء (ن) والزئبق (ب) فى الصحن الزجاجى . وأقم الفرخ بواســطة ملقط وعرّض الكل لنور نافذة ضاح . هنا يؤخذ المـاء الموجود فى الأنبوبة ثم تنتحه أوراق الفرخ ويرتفع مقدار عظيم من الزئبق فى الأنبوبة كما هو مبين فى (ل) .

الفصل الخامس عشر

امتصاص المواد الزادية

يعترى البروتوبلازم أى المادة الحية الكائنة فى النباتات والحيوانات النامية بتنشط فى كل آن تغييرات كيمياوية تؤول به الى التلف وتكوّن مركبات منه أبسط تركيبا . فلكى يمكن التعويض عما فقد منه حتى يستطيع القيام ببناء أجزاء جديدة يقتضى له الزاد .

وطبيعة زاد النبات أى المواد التى يستعملها البروتوبلازم لتكوين أعضاء جديدة ولتغذية البروتوبلازم ذاته يسهل ادراكها بعد بحث المواد التى تستهلك أثناء نمو جنين ما من بزرة النبات .

والمواد التى تخزنها الأم فى الأندوسبرم أو فى باطن أنسجة الجنين لتغذية الجنين هى مركبات عضوية مركبة كالنشا والدهون والبروتيدات . وهذه المواد — أو صور متغيرة عنها تغيرا ضئيلا — هى التى تستهلك فى عمليات التغذية والنمو التى تحدث عند ابتداء الانبات . وكذلك المواد التى تتزود بها الفراخ الصغيرة السن من درنة بطاطس مستفرخة أو الأوراق والفراخ المزهرة الصغرى من بصلة نامية هى كربوايدارت ودهون وبروتيدات أى مركبات عضوية ذات بناء معقد مماثلة لتلك .

وكذلك البراعم النامية من شجرة فى الربيع تغتذى بمركبات شبيهة بتلك فكل شئ يدل على أن البروتوبلازم فى النباتات والحيوانات على السواء تتوقف تغذيته المباشرة فى كل وقت على مواد عضوية من هذا القبيل .

وتحصل الحيوانات والنباتات الطفيلية والسبروفية على هذه المركبات مباشرة أو بواسطة من أجسام كائنات أخرى حية أوغير حية . فان لم تحصل عليها ماتت

على عجل . وتحتاج النباتات الخضراء كذلك الى زاد معقد التركيب لنشوئها ونموها ؛ على أنها ليست بالاجمال مهيأة للحصول على مركبات من هذا القبيل مما يحيط بها ولكنها قادرة على صنعها من مركبات غير عضوية كأكسيد الكربون والماء وأملاح شتى — تأخذها من الجو والتربة على أنه ان كانت هذه المواد غير العضوية التى تمتص من الهواء والتربة تسمى عادة "بزاد النباتات" نرى أنه يحسن أن تسمى "بالمواد الزادية" إذ أن النبات الحى لا يستطيع أن يغذى نفسه بها مباشرة بل انما يحصل ذلك بعد إذ يكون قد اصطنعها بجعلها مركبات أكثر تعقيدا فى التركيب يمكن استعمالها لتغذية البروتوبلازم وتكوينه أنسجة الأعضاء النامية .

والبادرة بعد إذ تكون قد استهلكت الزاد الذى اخترنته الأم لها لاتستطيع الاستفادة من أكسيد الكربون والأملاح البسيطة حتى تتعرض للضوء بشرائط تسمح لها باصطناع هذه المواد غير العضوية وبأن تبنى منها بطريقة التركيب (Synthesis) مركبات شبيهة بما استهلكته لنفسها، وهى المركبات التى صنعتها الأم من قبل .

٢ — المواد الزادية وامتصاصها .

يحصل على المواد الزادية التى تمتصها النباتات الخضراء العادية من الجو المحيط بها ومن التربة التى تنمو فيها النباتات .

وقد أثبت بواسطة طرق المزرعة الرملية والمزرعة المائية أنه يجب لتغذية النباتات الخضراء أن تمدّ بمواد زادية تشتمل على عشرة عناصر أو أحد عشر عنصرا كما هو مشروح فى الفصل الثانى عشر .

وقد تبين أيضا بواسطة هذه الطرق التجريبية أن النباتات لاتستوى عندها الصورة التى يقدّم عليها أى عنصر لها فهى غير قادرة مثلا على استعمال

كل المركبات الأزوتية كمورد للأزوت ولا أن تحصل على مايلزمها من الكربون من كل مركبات الكربون .

ويقتضى فى المركب الذى يمكن أن يكون نافعا للنبات كمادة زادية قادرة على إمداده بعنصر خاص لتغذيته أن يكون (١) قابلا للذوبان وقادرا على الانتشار من خلال الجدار الخلوى والبروتوپلازم (٢) أن يكون ذا تركيب كيماوى خاص .

وغاز ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء هو المورد المهم الذى يحصل منه على عنصر الكربون فأما امتصاص هذا الغاز واستعماله بعد ذلك فقد أرجأنا البحث فيه الى الفصل التالى .

ويحصل على المواد الزادية ، التى تؤدى بقية العناصر اللازمة للنبات ، من التربة بواسطة قوة الانتشار الغشائى من خلال الشعيرات الجذرية .

وفضلا عن هذا فانه لا يمكن النباتات أن تمتص ماتحتاج اليه إلا من المحاليل المخففة من المواد الزادية ؛ فأما النباتات المنماة بواسطة المزارع المائية فانها تنجح اذا كان المقدار الكلى من المواد الصلبة الذائبة فى الماء لا يزيد على ٠٫٢ ٪ الى ٠٫٥ ٪ أى ٢ الى ٥ أجزاء فى ١٠٠٠ جزء من الماء . والمحاليل التى تشتمل على ٢.٪ و ٢½ ٢.٪ من المواد الذائبة تضر بپروتوپلازم النبات وتمنع النمو . ومن ثم تتضح أهمية اجتناب استعمال الأسمدة القابلة للذوبان بكثرة .

وماء التربة الذى تأخذ منه النبات كل ماتحتاج اليه لا يشتمل فى العادة إلا على ٠٫٠١ الى ٠٫٠٣ ٪ من المواد الصلبة الذائبة فيه .

وغاز ثانى أكسيد الكربون يتولد فى باطن الأرض فى عملية التعفن والتحلل التى تحدث فى الأسمدة الموجودة ، ويفرز بمقدار قليل فى عملية التنفس التى

يقوم بها پروتوپلازم الشعيرات الجذرية . وهذا الغاز يساعد النباتات على امتصاص المواد الزادية مساعدة غير مباشرة ، إذ أن من هذه المواد مايكون غير قابل للذوبان فى الماء النقى ولكنه يذوب فى الماء المشتمل على ثانى أكسيد الكربون ذوبانا مذكورا .

ويلاحظ أيضا أن ثانى أوكسيد الكربون وفسفات ايدروچين البوتاسيوم وغيره من المواد التى لها تفاعل حمضى تخرق جدران خلايا الشعيرات الجذرية وتساعدها على أكل بعض المركبات المعدنية التى تتصل بها واذابتها كفوسفات الكلس وكربونات الكلس والمجنيزيوم .

اذا غمس جذر النبات فى اناء يشتمل على ماء يحتوى مادة محللة فقد لا تستطيع المادة الذائبة أن تمر من خلال الجدر الخلوية أوسيتوپلازم الشعيرات الجذرية وعليه فلا يدخل من هذه المادة شئ فى النبات . فأما إذا استطاعت المادة أن تتسرب فى هذين الغشائين الخلويين فانها تمر إلى الشعيرات الجذرية ومنها الى سائر خلايا النبات حتى تشتمل العصارة الخلوية من هذه المادة على مقدار يناسب ما فى الماء الخارج الموجود فى الاناء ؛ فاذا تم ذلك تقرر التوازن ولم يمتص شئ من المادة الذائبة بعد ذلك . فأما اذا استعملت المادة بعد دخولها النبات فى عمليات التغذية أو تغيرت الى مادة غير قابلة للذوبان أو مركب غير ذى طبيعة الانتشار الثنائى ، فان التوازن الانتشارى بالنسبة لهذه المادة بالذات ينعدم ويمكن إذ ذاك أن يمتص من هذه المادة مقدار آخر .

وبهذه الطريقة يستطيع النبات أن يستخرج كل المادة المذوبة فى الماء الذى تتصل به جذوره استخراجا تاما ، ويستطيع أن يجمع فى باطنه مقادير كبيرة من بعض العناصر من المحاليل المشتملة على أقل أثارات (Traces)

منها مثال ذلك : ماء البحر فانه لا يشتمل على أكثر من جزء واحد من اليود فى ١٠٠ مليون جزء من المـاء ومع ذلك فان رماد بعض الحشائش البحرية يشتمل على مقدار بين ١ ، ٣ فى المـائة من هذا العنصر ويتوقف المقدار الكلى من أى عنصر يوجد فى رماد نبات ما على (١) مقدار المادة القابلة للذوبان التى تشتمل على هذا العنصر من مواد التربة المزروع فيها النبات (٢) قابلية الانفاذ النوعى لبروتوپلازم الشعيرات الجذرية وعلى (٣) ما اذا كان النبات يستخدم المـادة المعينة أو يحوّلها أو يزيلها من عصاراتها الخلوية حتى يمكن أن يدخل الى النبات منها مقدار آخر بواسطة الانتشار الغشائى .

وبذا وجد أنه اذا زرع نوعان مختلفان من النبات فى محلول زادى واحد أو كانت جذورهما فى تربة واحدة كان كل منهما فى العادة يشتمل على مقادير مختلفة من كل نوع من أنواع المكونات الرمادية المختلفة . مثال ذلك : مقدار السليكا فى رماد البشـنين فانه فى العادة أقل من ٢٫٥ فى المـائة فأما الغاب العادى (فراجميتس كوميونس Phragmites Communis) الذى ينمو فى التربة الاستنقاعية فانه يشتمل على ٧٠ فى المـائة من السليكا ، وبينما تجد أن رماد نبات البازلاء لايشتمل على مقدار من السليكا أكثر من ٧ فى المـائة ترى رماد النجيليات النامية فى نفس التربة يشتمل على أكثر من ٢٠ فى المـائة منهـا .

وتعزى هذه القوة الانتخابية الكمية المختلفة (Quantitative Selective Power) فى النباتين المقارنين الى الاختلاف فى قدرتهما على استعمال السليكا ، يحتمل أن المـادة التى تشتق منهـا السليكا تنتشر فى جدرهما الخلوية بدرجة واحدة ولكن بينما يستمرّ الغاب فى ازالة المركب المذكور من العصارة الخلوية ، وايداع مقادير كبيرة من السليكا فى الجدر الخلوية ، وعليه يسمح بدخول مقادير

أخرى فى النبات ، نجد أن البشنين لا يستعمل إلا قليلا جدا فلا يلبث أن يحدث توازن انتشارى لايدخل بعده شئ من السليكا فى النبات . ويتناسب مقدار أى مادة ممتصة من التربة تناسبا مطردا مع المقدار المستعمل فى العملية الكيماوية التى يقوم بها النبات حتى لقد يمتص من مادة موجودة بكثرة مقادير صغيرة فقط فى حين أنه قد يستخرج مركب موجود فى التربة بمقدار قليل استخراجا كاملا .

أما طبيعة المركبات غير العضوية التى تحصـل منها النباتات الخضراء على مددها من العناصر اللازمة لتمام تغذيتها . فقد سبق ذكرها عند بحث تركيب النباتات فى الفصل الثانى عشر وكل هـذه المواد الزادية تقـريبا — ماعدا الكربون — تمتص من التربة .

وقد دلت التجارب على أن استمرار النمو وازالة المغلات (المحاصيل) من الأرض يؤدى عاجلا أو آجلا الى حالة ترفض معها انماء مغل مفيد من أى نوع حتى يعطى لها أسمدة .

وسبب هذا التحول فى الأرض أن النباتات ترفع فى أجسامها من التربة التى تنمو فيها مقدارا من مكوناتها ، وعليه فتؤدى ازالة المحصول عن الأرض ازالة مقدار عظيم من أهم مكونات التربة الزراعية ، وبما أن هذه التربة لا تشتمل على مقدار غير محدود من المواد الزادية النباتيـة على صورة قابلة للذوبان والاصطناع فيفهم من ذلك أن دوام ازالة المحصولات من الحقول يؤدّى حتما الى نفاذ ذخيرتها والى جوع النباتات القائمة عليها مالم تسعف بمدد جديد من المواد الزادية يقوم مقام ما قد أزيل .

أجل ، إن الأرض بعدإذ يجرى عليها هذا الأمر لاتخلو من مكوناتها النافعة خلوا تستعصى النباتات معـه عن النمو فيها ، إذ أن المواد الزادية القابلة

للذوبان فيها لا تنفك تتحرر أى تتجدد من مختزن المواد غير القابلة للذوبان التى فى التربة بما للبرد والحر وللفعل الكيماوى الذى للهواء والماء من التأثير التحليلى فيها ، ولكن لا بد لامكان الحصول على مغلات مفيدة من الأراضى التى أخذت منها مغلان متواليان أو ثلاثة من تسميد الأراضى بسماد يشتمل على مواد زادية أو على سماد يمكن أن تتحرر منه هذه المواد .

لا تنمو النباتات ما لم تمد بكل العناصر التى نص عنها فى صفحات (١٣١ الى ١٣٦) فاذا كان أحد هذه العناصر مفقودا فقدانا تاما استحال النمو . ولهذه الخاصة كانت قدرة التربة على اعطاء مغل ما مضبوطة بضابط العنصر الجوهرى الموجود فيها على أقل مقدار .

واذا اشتملت التربة على مقدار قليل جدا من الفوسفات اللازمة لنمو محصول ما ، لم يجد معه أن تكون العناصر الأخرى كالأزوت والبوتاسيوم موجودة بكثرة زائدة إذ أن هذه لا يمكن الانتفاع بها حتى يكون الفوسفات اللازم متوفرا .

والمواد الزادية التى يحصل منها النبات على عناصر الكبريت والحديد والمجنيزيوم والكلس والكربون والايدروچين والأوكسيچين موجودة دائما فى التربة والهواء بوفرة كافية لحاجة كل أنواع المغلات ، ولكن المركبات التى تعطى الأزوت والفوسفات والبوتاسيوم تزال عادة من التربة الى حد لا يتاح معه للغلات التامة أن تنمو حتى يضاف الى التربة ماتحتاج من هذه العناصر .

الفصل السادس عشر

تثبيت الكربون أو التمثيل — التركيب الضوئى

(Charbon Fixation) (Assimilation) (Photosynthesis.)

١ — قد كانت مسألة المورد الذى تستمد منه النباتات كبير مقدار الكربون الذى يتكون منه أكثر من نصف وزن مادته الجافة موضوع بحث واسع زمنا طويلا .

فالنباتات الطفيلية كالحامول (Dodder) والهالوك (Broom rape) وكثير من أنواع الفطر (Fungi) تعلق نفسها على غيرها من الكائنات الحية وتمتص منها كل ما تحتاج اليه من الكربون على صورة سكر و بروتيدات وغير ذلك من مركبات الكربون المصطنع . وأنواع البروفيت كعش الغراب (Mush-room) وغالب أنواع الفطر العادى التى هى كالطفيليات السابقة الذكر ، خالية من الكلوروبلاستات ، تحصل على الكربون اللازم لها على صورة مصطنعة مشابهة لما ذكر من المركبات الكربونية الموجودة فى بقايا النباتات والحيوانات الميتة التى تعيش عليها .

ويحتمل أيضا أن كل النباتات الخضراء تمتص وتستعمل مركبات الكربون العضوى من الدبال (Humus) أى البقايا النباتية أو الحيوانية المتحللة فى الأرض وان كان قد أثبت أن هذا المصدر غير كاف لاعطاء كل الكربون اللازم لتمام تغذية النباتات التى من هذا القبيل تغذية صحيحة .

وبطريقة الزراعة المائية أو الرملية يمكن أن يبين بسهولة أن النباتات الخضراء العادية تمو وتزداد اشتمالا على الكربون اذا أمدت جذورها بمحلول

من المواد الزادية التى لا تشتمل على كربون ما دام المحلول يشتمل على كل العناصر الجوهرية الاخرى .

ففى هذه الظروف يكون المورد الوحيد الذى يستمد منه الكربون هو ثانى أوكسيد الكربون الموجود فى الجو المحيط بالأوراق على أنه ان كان مقداره النسبي فى الجو من القلة بحيث ان متوسطه هو ٢٫٨ جزء فى ١٠٫٠٠٠ فانه هو المورد الذى تستمد منه كل النباتات المنزرعة بطريقة الزراعة المائية كل ما تحتاج اليه من الكربون .

وينتج ثانى أوكسيد الكربون فى عمليات التخمر والتحلل الحادثة فى التربة العادية وقد يشتمل الهواء الذى يمرّ خلال التربة على مقدار يبلغ خمسة فى المائة من هذا الغاز بعضه يدخل جذور النباتات ذائبا فى ماء تيار النتح . على أنه قد تبين من تجارب كايّتيه (Cailletet) ومول (Moll) أن مدد ثانى أوكسيد الكربون الذى يحصل عليه بهذه الطريقة هو غير كاف لحاجات النباتات الخضراء العادية .

وقد أثبتت الأبحاث الواسعة المتخذ فيها كل الحيطة أن لا شك فى أن أهم مادة زادية تتخذها النباتات الخضراء موردا لكربونها هى ثانى أوكسيد كربون الهواء وأن هذا الغاز تمتصه الأوراق . وأثبتت فضلا عن ذلك أن دخول هذا الغاز الى أنسجة النباتات انما يكون من ثغور الأوراق . وقد يدخل — أو لا يدخل مطلقا — من قشرة الخلايا البشرية .

وقد بحث العالمان "براون (Brown)" و"اسكومب (Escombe)" منذ عهد قريب عن السرعة التى يحدث بها امتصاص هذا الغاز بواسطة الأوراق فوجدا أن مقدار ما يمتصه نبات الهليانثوس أنيوس وهو معرض الى ضوء

عام منتشر كان مرة ٤١٢ سنتيمترا مكعبا فى كل متر مربع من سطح الورق فى الساعة وكان امتصاص ورقة كاتالبا ٣٤٥ س م م عن كل متر مربع فى الساعة . ووجد أن سرعة امتصاص ورقة لهذا الغاز فى ظروف مناسبة كان مساويا لنصف ما يمتصه محلول قوى من البوتاسا الكاوية مساحته كمساحة تلك وبما أن الفتحات الحقيقية الكائنة بين الخلايا الحارسة من الثغور فى الورقة التى كانت محل البحث لم تبلغ أكثر من $\frac{1}{100}$ جزء من المساحة بأجمعها ينتج من ذلك أن السرعة التى دخل بها ثانى أوكسيد الكربون كانت أشدّ من سرعة امتصاص البوتاسا الكاوية لهذا الغاز بخمسين مرة وهى نتيجة مدهشة .

قد تؤدى هذه القوة الامتصاصية التى للزروعات الخضراء الى ازالة ثانى أوكسيد الكربون من الهواء ازالة كلية لولا استمرار تعويض الجو عما يفقد بما ينتج فى عمليات التنفس التى يقوم بها كل شئ حى وبما ينتج من احتراق الفحم والخشب وغيرهما من أنواع الوقود المشتمل على كربون .

وبعد دخول ثانى أوكسيد الكربون فى خلايا الورقة مع مقدار نسبى من الماء يعتوره تغير كيماوى يؤدى الى تكوّن مواد كربوايدراتية قابلة للذوبان وينطلق فى هذه العملية غاز الأوكسچين . بذلك يصبح كربون ثانى أوكسيد الكربون "مثبتا" وسرعان ما تتجمع المواد الكربوايدراتية فى أنسجة النبات وينطلق الأوكسيچين فى الهواء .

وقد تمثل هذه العملية كما يأتى :

ثانى أوكسيد الكربون + ماء = ايدروكربون + أوكسيچين .

وقد اعتاد النباتيون أن يستعملوا كلمة "التمثيل" للدلالة على تركيب النباتات الخضراء للكربون بهذه الطريقة من ثانى أوكسيد الكربون والماء ولكن يحسن

أن يستبق هذا الاصطلاح للتعبير به عن عملية تحول الأغذية الى مواد الانسجة كما تواطأ الفيسيولوجيون الحيوانيون ونستعمل لهذا الانتاج التركيبي (انتاج الكربوايدرات) كلمة أخرى خاصة بالنباتات الخضراء . و بما أن هذه العملية تتوقف على الضوء فقد اقترح لها لفظ "التركيب الضوئى" ونرى اطلاق هذا الاصطلاح أو كلم "تثبيت الكربون" بدل لفظ "تمثيل" .

أما حقيقة طبيعة الكربوايدرات الذى يتكوّن أولا أثناء العملية فغير معروفة . ولكن العالم فون بيير (Von Baeyer) ارتأى أن الفورمالدهيد (ك يد$_2$ ا) هو أول ماينتج بناء على المعادلة :

ك ا$_2$ + يد$_2$ ا = ك يد$_2$ ا + ا$_2$

وأن هذا المركب يتكثف بعد ذلك فيصبح كربوايدرات قانونه (ك$_6$ يد$_{12}$ ا$_6$) . على أنه لا يمكن العثور على الفورمالدهيد فى الأنسجة التى يحدث فيها تثبيت الكربون ، وفضلا عن أن تجارب بوكورنى (Bokorny) تبين أن النباتات قد تستعمل الفورمالدهيد فى بعض الظروف لانتاج كربوايدرات فان القول بأن هذا المركب هو أول درجة فى تكوين المركبات الكربونية من ثانى أوكسيد الكربون والماء ليس إلا نظرية فرضية .

فأما ما لا شك فيه فهو أن أنواع السكر تتكوّن على عجل فى خلايا البرنشيمة الورقية بعد أن تمتص أوراق النبات الخضراء ثانى أوكسيد الكربون من الهواء . وتدل الأبحاث الباهرة التى عملها براون وموريس أن نوع السكر الذى يصنع أوّلا هو سكر القصب ثم أن الدكستروز واللفيولوز والمالتوز تظهر فى الأوراق تبعا لفعل الأنزيمات فيما تكوّن قبلها من سكر القصب والنشا .

واذا بلغ تجمع السكر فى الأوراق من كثير من النباتات حدّا محدودا كوّنت البلاستات اللونية (كلورو بلاست) منه حبوبا نشوية وتظهر هذه الحبوب فى باطن مادة الكلورو بلاستات وكانت أول حاصل منظور من عملية تثبيت الكربون . ويتوقف المقدار الكلى لأنواع الكربويدرات الناتجة بواسطة أوراق ذات مساحة واحدة على الخواص الحيوية الباطنية التى لمختلف أنواع النباتات واليك مثلا : تنتج ورقة هليانثوس من هذه المواد فى وقت معين أكثر مما تنتجه ورقة من نبات الفول القصير (Dwarf bean) ذات مساحة مساوية لمساحة تلك . فقد وجد "براون" و"موريس" أن المقدار الذى يصنعه النبات الأول فى اثنتى عشرة ساعة فى يوم معتدل الضوء كان أزيد من ١٢ حبة من الكربوايدراتات لكل متر مربع من السطح الورقى .

٢ — ويتوقف صنع أو تركيب المواد الكربوايدراتيه بالطريقة المشروحة على شرائط أهمها مايأتى :

(١) أن تكون النباتات حية .

(٢) أن يكون ثانى أوكسيد الكربون موجودا فى الهواء المحيط بالأوراق

(٣) أن تشتمل الأوراق على كلورو بلاستات .

(٤) أن يتيسر مقدار معلوم من شدة فى الضوء .

(٥) أن تكون هناك درجة مناسبة من الحرارة لاجراء العملية .

(٦) "تثبيت الكربون" يتأثر أيضا بوجود أو فقدان بعض المواد المعدنية ولا سيما مركبات البوتاسيوم التى يحصل عليها من التربة ولكن الوظيفة الخاصة التى تؤديها فى العملية غير معروفة وعملية "تثبيت الكربون" عملية حيوية تنقطع بموت النبات .

والنباتات التى توجد فى هواء استخرج منه ثانى أوكسيد الكربون لاتزداد فى وزن جوامدها ثم يصيبها الموت بعد مدة بسبب الجوع . كما أنها لاتستطيع أن تعيش فى جوّ لايشغله إلا ثانى أوكسيد الكربون ولكنها قادرة على القيام "بتثبيت الكربون" فى هواء يشتمل على ٢٠ الى ٣٠ فى المائة من هذا الغاز . وتثبيت الكربوايدرات — تبعا لتجارب مونتمارتينى (Montemartini) — يحصل على أحسن حال وأقصى سرعة فى هواء يشتمل على ٤ فى المائة من ثانى أوكسيد الكربون وهو ستة أمثال مايوجد منه عادة فى الجوّ أو سبعة أمثاله .

والظاهر أن عملية "تثبيت الكربون" انما تقوم بها بعض أجزاء مخصصة من بروتوبلازم الخلايا أى الكلورو بلاستات إذ أن هذه العملية لاتحدث إلا فى الأوراق والأجزاء التى هى خضراء . فأما الجذور وبتلات الأزهار والأجزاء البيضاء من الأوراق الملونة التى خلت من الكلورو بلاستات فليس لها يد فى هذه العملية وكذلك الأمر فى النباتات الطفيلية والسبروفيتية التى هى خالية من هذه الكيانات (الكلورو بلاستات) فانها غير قادرة على استعمال ثانى أوكسيد الكربون لتكوين — أو تركيب — المواد الكربوايدارتية . فأما أوراق الباذنجان الأرجوانى والبنجر الأحمر وغيرهما من النباتات فلها عصارة خلوية تضرب الى الحمرة تخفى تحتها اخضرار لون الكلورو بلاستات الموجودة فى البرنشيمتين البالسيدية (Paliside) والاسفنجية من هذه الأوراق . وعليه فهذه النباتات تقوم بعملية "تثبيت الكربون" كما تقوم ذوات الأوراق الخضراء العادية .

والكلورو بلاستات كيانات صغيرة مطمورة فى سيتوبلازم الخلية ، يتخلل مادتها صبغ أخضر يسمى "الكلوروفيل" أى الخضير تصحبه مادة برتقانية تضرب الى الحمرة وتعرف "بالكاروتين" (Carotin) ومادة صفراء تسمى "زانثوفيل" (Xanthophyll) ملحقة بالكاروتين .

أما طبيعة الكلوروفيل (الخضير) الكيماوية فغير معروفة على أن تولده يتوقف بصورة ما على وجود عنصر الحديد فى النباتات وان كان لايظهر أنه يشتمل على هذا العنصر .

وكلورو بلاستات النباتات المزروعة فى الظلام أو التى تغطى مدّة ماتفقد اخضرار لونها وتصبح عديمة اللون أو صفراء باهتة .

ويتوقف تولد الكلوروفيل على الضوء ماعدا كلوروفيل الكلورو بلاستات الموجودة فى أجنة بعض النباتات . وعليه فالفلقتان وأوّل أوراق أغلب البوادر والأوراق الناشئة من البراعم الأرضية من النباتات المعمرة هى وحدها التى تخضر عند ماتصل الى سطح التربة . كما أن تكوّن الكلوروفيل يتأثر بالحرارة ، فان بلاستيدات كثير من النباتات النامية فى الظلام لاتحدث لونا أخضر حتى ولو عرضت للنور اذا كانت الحرارة تحت درجة التجمد ولكنها تحدث هذا اللون على درجات أعلى من تلك .

ويستخرج الكلوروفيل بواسطة الكؤول ولعله يكون إذ ذاك على صورة متغيرة . محاليله فلورية أى متلونة فتظهر حمراء كالدم اذا هى نظرت بضوء منعكس وتظهر خضراء اذا نظرت بضوء مخترق . واذا عوملت بالحوامض تغير لونها فأصبح أخضر كدرا ضاربا الى السمرة وبعد موت سيتوبلازم الخلايا تنتشر العصارة الخلوية الحمضية التى توجد فى باطن تجويف الخلايا والنبات حتى خلال السيتوبلازم حتى تبلغ الى الكلورو بلاستات فتدعوها الى التغيّر الى لون الخضرة السمراء التى هى خاصة بالأوراق الميتة . وليس تكوين الكلوروفيل بالأمر الوحيد الذى يكون الضوء له ضروريا بل الضوء ضرورى مباشرة لعملية تثبيت الكربون إذ أن الانرجى (Energy) أى القدرة اللازمة لتحليل ثانى أوكسيد الكربون والماء المستعملين فى هذه العملية مستمدة من

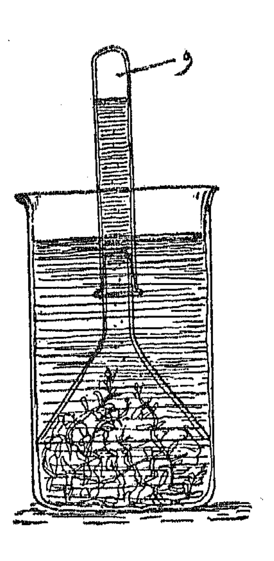
انرجى أشعة الشمس ولا تستطيع النباتات الخضراء أن تحدث تركيب المواد الكربوايدراتية من ثانى أوكسيد الكربون والماء فى الظلام . ولذلك فهى فى هذه الظروف تفقد من وزن جوامدها نظرا الى مايفقد منه فى عملية التنفس الحاصلة فى كل الأوقات (أنظر الفصل التاسع عشر) .

لايكون صنع المركبات الكربونية فى الظل وفى الأمكنة السيئة الاضاءة وفى الصوبات وفى أيام الشتاء الغائمة إلا قليلا لا يكفى فى الغالب لامداد النباتات بحاجاتها الصحيحة . و بازدياد شدّة الضوء يزداد "تثبيت الكربون" ازديادا نسبيا حتى يصل الى الدرجة القصوى وهذه لايوصل اليها فى كثير من النباتات حتى تكون معرّضة لضوء الشمس مباشرة .

على أن من النباتات التى تألف الظل ما يحتاج الى مقدار شدّة فى الضوء معتدلة لتغذيته تغذية صحيحة . فاذا عرضت الى ضوء شديد قل تنشطها أو وقف . وأصاب الأذى كلورو بلاستاتها وغيرها من محتوياتها الخلوية البروتو بلازمية .

وخلايا البشرة فى أغلب النباتات خالية من الكلورو بلاستات ؛ ولا شك أن محتويات خلايا هذا النسيج تحمى كلورو بلاستات الأنسجة الواقعة بعدها من سوء فعل شدّة الضوء وفضلا عن ذلك فان الكلورو بلاستات تنقل الى مواضع أكثر افادة لها فى باطن الخلايا اذا أصبحت شدّة الضوء الواقع على الأوراق بالغة .

والأشعة الحمراء والبرتقانية والصفراء الموجودة فى ضوء الشمس هى أشدّ الأشعة أثرا فى "تثبيت الكربون" أما الأشعة الأرجوانية والبنفسجية فليس لها من الأثر فى هذه العملية إلا قليل جدّا .



(شكل ٧٨)

"تثبيت الكربون" فى كثير من النباتات يحدث بمقدار قليل على درجة أو اثنتين فوق درجة التجمد فاذا ازدادت درجة الحرارة ازدادت العملية تنشطا حتى تصل الى درجة ٢٠ س ج أو ٢٥ س ج فأما بعد هذه الدرجة فان هذه العملية يقل تنشطها حتى اذا بلغت درجة ٥٦ س ج وقفت وانتهى الأمر بموت النبات .

تج ١١٢ : ضع بعض فراخ من البوتاموجيتون (Potamogeton) فى كوبة ملآى بالماء وضع قمعا زجاجيا فيها مقلوبا كما فى شكل (٧٨) وضع أنبوبة اختبار ملآى بالماء على طرف القمع . وعرض جميع ذلك لنور ضاح ولاحظ أن فقاقيع من الغاز تصعد عن أوراق النباتات وتجتمع فى نقطة (و) فى الأنبوبة الاختبارية وبعد أن تجتمع بضعة سنتيمترات مكعبة من الغاز فى الأنبوبة انتزعها من القمع وضع ابهامك على الطرف المفتوح منها وهى تحت الماء حتى تمنع الهواء من الدخول . ثم ارفع الأنبوبة من الماء رفعا كليا واقلبها ولا يفارق ابهامك طرفها الذى سددته طول المدة ، ثم ارفع ابهامك وأزل عود ثقاب متجمر فى الغاز .

أجل ، ان الغاز المتجمع ليس أوكسيچينا نقيا ولكنه يشتمل على نسبة منه عظيمة ولذلك يسبب لعود الثقاب المتجمر أن يلتهب عند وضعه فيه .

تج ١١٣ : (١) أربط فرخا طرفيا من نبات البوتاموجيتون طوله ٤ بوصات أو ٦ بقضيب زجاجى وضعه بحيث يكون الطرف المقطوع من الفرخ الى أعلى فى أنبوبة زجاجية ملآى بماء بئر .

عرض جميع ذلك الى ضوء نهار ضاح ، وأرقب وعد فقاقيع الأوكسيچين التى تصعد عند الطرف المقطوع من الفرخ فى دقيقتين أو ثلاث .

(٢) انقل هذا الجهاز الى مكان سيء الاضاءة وعد الفقاقيع التى تنطلق فى نفس الوقت السابق . واذكر هل يزداد عددها اذا عرضت النبات لضوء ضاح عما اذا عرّضت لضوء مظلم أم لا ؟

تج ١١٤ : أعد هذه التجربة ولكن استعمل فيها ماء سبق لك غلية حتى اخرج منه كل غاز ثانى أوكسيد الكربون . ولاحظ أنه لا ينطلق من الورق إلا قليل من الغاز إن لم يمتنع بتاتا . عندذلك أضف مقدارا من ثانى أوكسيد الكربون الى الماء بأن تنفخ فى أنبوبة زجاجية منغمسة فيه .

تج ١١٥ : أعد التجربة ١١٢ واستعمل جذورا وأزهارا وغيرها من الأجزاء النباتية غير الخضراء لتبين أنه لا ينطلق أوكسيچين من مثل هذه الأجزاء .

تج ١١٦ : (١) أقطف ورقة من بعض النباتات العريضة الأوراق وذلك فى عصر يوم دافىء وضاح الضوء . واختبر هل تجد بها نشا . وذلك بأن تضعها أولا فى ماء غال مدة دقيقة تنقلها بعدها الى اناء فيه كؤولات ممثلة دافئة لاذابة الخضير وغيره من الأصباغ . واترك الأوراق فى هذا الاناء بضع ساعات حتى يبهت لونها ثم انقلها بعد ذلك الى طبق فيه محلول اليود (أنظر تج ٧٩) .

فاذا كانت الأوراق تشتمل على نشا انقلبت سوداء أو أرجوانية قاتمة .

(٢) اختبر هل تجد نشا فى الأوراق المبقعة بلطخ بيضاء و بين أن لا نشا فى الأجزاء البيضاء التى خلت من الكلوروبلاستات .

تج ١١٧ : (١) ادهن ورقة كمثرى بالزبدة أو الشحم على جانبيها لسد الثغور واتركها بعد ذلك يومين وفى عصر اليوم الثالث أزل الزبدة أو الشحم بماء حار واختبر هل تجد نشا فى الورقة .

ولاحظ أنه لا يتكون نشا فى النصف الذى منع غاز ثانى أوكسيد الكربون من الدخول اليه .

(٢) ادهن السطح الأعلى فقط من ورقة كمثرى والسطح الأسفل من ورقة كمثرى أخرى . واتركهما ثلاثة أيام ثم ابحث عن النشا .

وابحث أى الورقتين أحوى للنشا ، ثم تحقق على أى السطحين تكثر الثغور .

تج ١١٨ : لبيان تأثير الظلام فى تكوين النشا ضع ورقة تروبيولم مربوطة فى كيس من الورق الأسمر حتى لا يدخل اليها نور بتة ودعها كذلك يومين ثم ابحث عن وجود النشا .

تج ١١٩ : اغل مقدارا من أوراق النجيليات دقيقة أو اثنتين ثم انتزع منها الخضير بوضع الأوراق فى كؤول قوى فى خزانة مظلمة .

وصب بعض المحلول فى كوبة أو فى أنبوبة كبيرة ولاحظ اخضرار لون المحلول عند عرضه فى النور وحمرته القاتمة اذا نظر اليه بنور منعكس عنه .

ولاحظ ما يحدث من التأثير فى الضوء عند وضع بعض نقط من الحامض الأيدروكلوريك الى المحلول .

تج ١٢٠ : انبت بعض بوادر من القمح والخردل والبازلاء فى ظلام دامس . ولاحظ أن أوراق هذه البوادر لا تكون خضراء . ثم عرض النباتات للضوء وراقب الوقت الذى تبدو فيه أول علامات اخضرار اللون للعين .

تج ١٢١ : ضع ماجورا أو سلطانية أو حوضا مقلوبا على مكان من غيط نابت حتى يمتنع الضوء عن النبات الذى تحته . وراقب كيف يفقد النبت اخضرار لونه بعد أيام .

الفصل السابع عشر

تكوّن البروتيدات — نقل الزاد واختزانه

١ — تحدث على الدوام فى جسم النبات عدة تغيرات كيماوية عظيمة يطلق على جملتها اسم "العمليات الميتابولية" أو "الميتابولزم" (Metabolism) (التغير الغذائى) ومن هذه العمليات ما يؤدى — كالتى سبق بحثها فى الفصل السابق — الى تكوّن مركبات معقدة من مركبات أبسط منها . وتسمى هذه العمليات "بالانابولية" أو "بالانابولزم" (Anabolism) . (التحويل الغذائى التشييدى) . فأما تلك التى تؤدى الى تحليل المركبات المعقدة الى مركبات أبسط منها فتدرج تحت اسم "الكاتابولزم" (Catabolism) . (التحويل الغذائى التحليلى) .

فأما الظروف التى تحدث فيها التفاعلات الكيماوية فى جسم النبات الحىّ فهى أشدّ وأعظم تعقيدا من تلك التى نصادفها فى المعامل الكيماوية وربما كانت تخالفها جدّ المخالفة ولا تزال معلوماتنا عن التغيرات الكيماوية التى تعنى بانتاج كثير من المركبات العضوية المختلفة الموجودة فى النباتات قليلة جدا غير كاملة .

تكوين البروتيدات

ليس تركيب أنواع السكر وغيره من المركبات الكربوايدراتية من مواد غذائية بسيطة غير عضوية بالأمر الوحيد الذى يحدث أثناء نمو النباتات الخضراء بل يحدث أيضا بناء مركبات عضوية أخرى أهمها ما يشتمل على الأزوت وهذه هى الأميدات والبروتيدات .

فأما المصادر الطبيعية التى تستمدّ منها النباتات الخضراء مايلزمها من الأزوت أى النيتروچين لانتاج هذه المركبات فهى :

(١) الأزوت الخالص غير المتحد الذى يوجد فى الجو

(٢) مركبات الدبال الأزوتية العضوية المعقدة التى فى الأرض .

(٣) الأملاح النوشادرية الموجودة فى الأرض .

(٤) الأزونات أى النيترات .

والظاهر أن الفصيلة البقلية دون سائر النباتات العليا التى تعيش فى سيمبيوسيس (Symbiosis) مع البكتريوم هى وحدها القادرة على الانتفاع بالأزوت السائب فى الهواء . وقد أثبت بواسطة المزارع الرملية والمائية أن النباتات الخضراء ان كانت تستطيع أن تستعمل الأملاح النوشادرية كالبوليا واللوسين وكثيرا من المركبات العضوية الأزوتية مباشرة فانها تجود اذا هى امدت بأزوت على صورة نيترات ، وهذا صحيح حتى فى النباتات البقلية التى تستطيع فى الظروف المذكورة أن تحصل على أزوتها من الجوّ .

وبما أن الأملاح النوشادرية والمركبات الأزوتيـة العضوية من البراز والبول والدبال اذا هى وضعت فى الأرض تتغير فى النهاية الى نترات فيستنتج أن النباتات تحصل فى العادة على أهم جزء من الأزوت الذى تحتاج اليه من أزوتات الكلس والمغنيزيوم والبوتاسيوم والصوديوم الموجودة فى الأرض .

ولا تزال التغيرات الكيماوية التى تحدث للنترات بعد أن تمتصها النباتات وكذا الأنسجة أو الأعضاء التى تحصل فيهـا هـذه العمليات غير معروفة تقريبـا وتختلف النباتات بعضها عن بعض فى طريقـة أخذ النترات ، فقـد يوجد النـترات فى بعض الأنواع شائعة فى كل أجزائهـا . ولا يوجد فى غيرها إلا

فى الساق والجذور وفى بعضها لايوجد بتة والظاهر فى هـذه الحالة أن هذه المركبات تتحلل بمجرد دخولها أطراف النباتات أى فى الشعرات الجذرية وفى ألياف الجذر الواهنة .

وقد يستنتج من هذا أن بين المركبات النيتراتية البسيطة التى تمتص من التربة وبين البروتيدات المنتجة فى النباتات حواصل وسطية كثيرة يصنعها النبات . فأما ماهية هذه الحواصل فلا تعرف يقينا ولكن لاشك أن مادة الاسباراچين (الحامض الأميدوسكسناميك) (Succinamic) هى من ضمن المواد الأزوتية الوسطية التى تبنى منها البروتيدات فى النهاية بمعونة الكربوايدراتات التى سبق تكوّنها وربمـا كان منها غير الاسباراچين من الأميدات والحوامض الأميدية .

ويظهر أن بنـاء البروتيدات من الاسـباراچين وأنواع السكر فى بعض الأحوال ، يحدث فى الأوراق وربما استمرّ فى الظلام ولكن فى بعض الأحيان تزداد سرعة العملية اذا تعرّضت النباتات للضوء . ويحدث مثل هذا الصنع فى الجذور وربمـا حدث فى غيرها من أجزاء النباتات .

وقد بين العالم "شولتز" (Schultze) وغيره أن فى اسـتطاعة النباتات أن تستعمل النيترات وأملاح النوشادر لصنع الاسـباراچين وغيره من المركبات الأميدية الملحقة به ، وظروف تكوّن الاسباراچين من النيترات هى — كما قال العالم سوزوكى (Suzuki) — ارتفاع درجة الحرارة ارتفاعا ما ووجود السكر .

وفضلا عن تكوّن الاسباراچين بطريقـة التركيب الكيماوى من النيترات أو الأملاح النوشادرية والسكر ، فانه يظهر أنه ينتج فى النباتات بتحلل البروتيدات فيكمن أن يستعمل هـذا الاسباراچين ثانيا لتجديد بروتيدات اذا وجد من المواد الكربوايدراتية مدد موافقة لاتمـام عملية التركيب .

ويقوم بعض المركبات غير العضوية — خلاف النيترات — مثل السلفات والفوسفات فى عملية تكوين البروتيدات اذ أنها تشتمل على كبريت وفى بعض الأحيان على فوسفور أيضا ، وربما دخل فى تركيب البروتيدات المعقدة بعض العناصر المعدنية كالبوتاسيوم والكلسيوم المعروفة بضرورتها لتغذية النباتات .

٣ — استعمال ونقل واختزان المواد النباتية الزائدة .

ان المركبات العضوية الشتى التى تصنع بواسطة العمليات الأنابولية (التشييدية) تستخدم بطرق مختلفة. وذلك أن مقدارا ما من المواد السكرية والدهنية يستهلك فى عملية التنفس . وفى النباتات التى توضع فى الظلام وفى الأطوار الأولى من نمو البذور وفى الدرنات والبصلات ، تؤدى العمليات التنفسية الاتلافية الى فقدان مقدار عظيم من الكربون ينطلق فى الجو على صورة ثانى أوكسيد الكربون ففى هذه الظروف يحدث نقص فى وزن المواد الجافة من النبات على أنه اذا تم نمو الأوراق والأعضاء التى تعنى بأمر تثبيت الكربون حدثت زيادة مطردة فى الوزن الجاف من مبدأ حياة النبات الى نهايتها إذ تكون الانابولزم أى التشييد أزيد بكثير من الكاتابولزم أى عمليات التحليل .

والجزء الأكبر من المواد السكرية والدهنية والبروتيدية وغيرها من المركبات العضوية التى تصنعها النباتات يستخدم فى بناء الجدر الخلوية وپروتوپلازم الخلايا الحديثة ، الناشئة عند نقط النمو وفى تغذية پرتوپلازم الخلايا البالغة وكذا فى تخين جدرها الخلوية . وفى ظروف النمو العادية يبنى من المواد العضوية مقدار أكثر مما يحتاج اليه الأمر للتغذية الضرورية للنبات ولذلك فالزائد منها يختزن لتغذية نسلها واذا كان النبات معمرا كان ذلك الاختزان لسد حاجته من الغذاء فيما بعد ذلك من أدوار نموه .

ويظهر أن سكر القصب كما دلت أبحاث "براون" (Brown) و"موريس" (Moris) هو أول ما ينشأ عن عملية تثبيت الكربون التى تقوم بها الأوراق الخضراء.

ويظهر أيضا أن سكر القصب يتحول بعد ذلك بواسطة الأنزيمات المحولة فى الأوراق الى دكستروز وليفيولوز ، ثم ينتقل هذا السكر من النصل الورقى الى العنق ثم الى الساق ومنها ينتقل على استطالتها الى البراعم ونقط النمو وغيرها من أجزاء الجذر والفرخ حيث يكون النمو وتكوين الأعضاء أو الأنسجة الجديدة جاريا وكذلك الى المراكز التى تدخر فيها الأغذية الاحتياطية .

وتؤثر أنزيم الدياستاز الموجودة فى الخلايا فى النشا المتكون فى كلوروبلاستات النصول الورقية فتحوله الى مالتوز وهذا ينتقل من الورقة مع بقية أنواع السكر الى مراكز التغذية والاختزان ويزداد الدياستاز فى الأوراق المحفوظة فى الظلام .

وعلى ذلك يكون تقلص النشا أسرع مايكون فى الليل .

وأنواع السكر وغيره من المواد الكربوايدراتية تنتقل فى النبات بطريقة الانتشار الغشائى من خلية الى خلية . وأكثر ماينتقل منه انما يكون من الأوراق الى الساق خلال الفلويم والخلايا البرنشيمية المستطيلة التى تحيط بالحزم الوعائية ؛ وفى الساق والجذور تنتقل هذه المركبات خلال أنسجة الفلويم وربما كان خلال الأجزاء الداخلة من القشرة الى حد قليل .

وتتلقى الأشعة النخاعية من الفلويم المواد التى تصنع فى الأوراق وتحملها الى الكامبيوم والى الأجزاء الحية من الزيلم التى تحتاج الى تغذية .

أما البروتيدات وهى تنتشر ببطء عظيم أو لا تنتشر بتة خلال الجدر الخلوية فتنقل مسافات طويلة فى السوق والجذور خلال أنابيب الفلويم الغربالية

المفتحة وتؤثر الانزيمات فى هذه المركبات أيضا فتحللها الى پپتونات والى أنواع الاميدات والاسباراچين واللوسين والتريوسين التى تنتشر بسهولة عظيمة .

ويسير تيار العصارة الحامل للمواد الغذائية الخام من الأرض الى الأوراق من خلال الزيلم. فأما الغذاء المصطنع فينقل على الأخص خلال الفلويم ولا يعترض سير المــاء من أدنى الى أعلى نزع حلقة كاملة من القشرة من ساق شجرة محزوزة الى نطاق الزيلم ولكنه يمنع تيار الغذاء المجهز من النزول الى الجذور ، وعليه فاذا لم يلتئم الجرح بتكوّن نسيج موصل جديد على عرض الجزء المكشوف ماتت الجذور جوعا وآذنت الشجرة بالبلى . ويتوقف مقــدار الزمن الذى تعيش فيه الشجرة بعــد قطع مثل تلك الحلقة منها على نوع الشجرة وكذلك على مقدار المواد العضوية المختزنة فى أرومة الجذر وفى الجذور قبل أن تجرح .

على أن الجذور المجروحة بحلقات تعمل فيهــا تعيش مدّة غير محدودة إذ نشأت فراخ عرضية أدنى الجزء المجروح إذ أن هذه الفراخ الورقية تصنع مواد عضوية . وبما أن هناك اتصالا غير منقطع بين مثل هذه الفراخ الجديدة والجهاز الجذرى فان هذه الجذور تستطيع أن تتلق مقدارا ما من المواد المغذية التى قد تكون كافية لاعانتها على النمو مدّة طويلة وتمتنع المواد المصنوعة فى فرخ أو فرع من الشجرة من تركه اذا جرح بعمل حلقة فيــه كالســابق شرحها . وعلى ذلك فالفرخ والثمار التى تكون عليه تنمو مزهرة تبعا لازدياد مدد غذائها .

ويغلب أن يحدث نمو خاص فى أنسجة الزيلم والفلويم فوق الجزء المجروح بالحلقة مباشرة تبعا لتجمع المواد الغذائية واستخدامها فى تلك النقطة وترى مثل هذه التخانة أو الاتساع فى الساق بسبب عوق ســير العصير المجهز فوق النقطة التى رشقت فيها الطعوم على الاصول فى عملية التطعيم ولا سيما اذا كان اتصال الجزئين المطعمين غير كامل .

واذا ربط سلك أو حبل ربطا شديدا حول الأشجار والفروع أدى الى مثل هذه النتائج .

تج ١٢٢ : انتزع بعض أوراق من نبات التروپيولوم والبرسيم وغيرهما من النباتات فى العصر وابحث عن وجود النشا فيها بواسطة اليود كما فى تج ١١٦ . وانتزع من نفس النباتات أوراقا فى الصباح الأبدر من اليوم التالى وابحث عن وجود النشا فيها .

قارن بين جمعة العصر وجمعة الصباح ولاحظ أن النشا فى جمعة العصر أوفر .

تج ١٢٣ : انزع فى الربيع أو فى أوائل الصيف حلقة عرضها نصف بوصة تقريبا من قشرة فروع أشجار مختلفة وانزع من بعض هذه الفروع حلقتين أو ثلاثا من القشرة قريبة بعضها من بعض حتى يمكن ترك برعم على بعض الأجزاء التى لم تعمل فيها حلقة وتخلو من البراعم غيرها .

وراقب نمو أجزاء الفراخ الموجودة تحت الحلقة وفوقها وانظر هل البراعم الموجودة بين الحلقتين نامية نموا مرضيا ؟

تج ١٢٤ : اقطع قبل تفتح البراعم الورقية فى الربيع عقلا من الصفصاف طولها قدم تقريبا بحيث تكون من أجزاء فراخ مستوفاة النمو من السنة الماضية واعمل حلقة فى كل عقلة على مسافة قيراط ونصف من قواعدها وضع بعضها فى الماء وبعضها فى تربة رطبة . واتركها حتى تبدر جذورا عرضية ، ولاحظ ارتقاء نمو الجذور والبراعم فوق الجزء الذى عملت فيه الحلقة وتحته وكذلك حجمها النسبى .

تج ١٢٥ : احكم ربط فتلة أو سلك حول فرع شجرة ولفها عليــه مرتين أو ثلاثا ولاحظ ما يعقب من نمو الأعضاء الشتى فوق الجزء المربوط وتحته .

ان المادة العضوية الزائدة التى يصنعها النبات تنقل الى أجزاء شتى من جسمه لتخزن لاستخدامها فى المستقبل . ففى النباتات الحولية يختزن الغذاء فى البزور فقط وفى القمح وغيره من الغلال يصبح اندوسبرم البزرة غاصا به على التدرج . أما فى البازلاء والفول وغيرهما من النباتات الحولية فان الغذاء يختزن فى فلقات الجنين وفى النباتات ذات السنتين والمعمرة تملأ البزور بالغذاء المختزن على نحو ما سبق الوصف ولكن هذه النباتات تجمع وتختزن مقدارا عظيما من المواد

العضوية قبل انتهاء سنة نمو واحدة فى أعضائها الخضراوية وتستخدم هذه المواد فى تغذية الكامبيوم والبراعم والجذور وتميتها أثناء الأيام الأولى من سنة النمو التالية . أما فى اللفت والجزر فان المواد الاحتياطية تختزن فى الجذور ، وفى البصل والثوم تختزن فى أوراق البصلات ، وفى البطاطس فى الدرنات ، وفى السيبرس اسكيولنتس ، وكثير من النباتات العشبية المعمرة تختزن فى الريزومات أو فى أرومة الجذور .

وتختزن الأشجار والشجيرات غذاءها الاحتياطى فى برنشيمة القشرة عادة وفى الأشعة النخاعية من السوق .

وفى أنواع البصل وكثير من البصلات يختزن احتياطى كربوايدراتها عادة على صورة سكرودكسترور . أما الفواكه فان كثيرا منها تخزنها على صورة ليڤيولوز فى عصاراتها الخلوية وفى قصب السكر وقصب البنجر واللفت وأمثالها يكون المختزن من الغذاء سكرا قصبيا مذوبا فى العصارة الخلوية وفى درنات الطرطوفة يقوم الأنيولين مقام السكر المذكور . وفى أغلب النباتات تخزن المواد الاحتياطية عادة على صورة جامدة غير قابلة للذوبان وفى هذه الحالة تشغل هذه المواد مكانا أضيق مما اذا كانت ذائبة .

وأشيع مختزن كربوايدراتى جامد هو النشا وهذا يكون على صورة حبوب صغيرة كما سبق الوصف . وفى بعض الأحوال تتكون بعض حبيبات نشوية صغيرة فى باطن السيتوپلازم ولكن الحبوب الكبرى التى تكون فى مراكز الاختزان الخاصة انما يولدها لبوكوبلاستات الخلايا من أنواع السكر التى تنقل اليها من الأوراق حيث تجرى عملية تثبيت الكربون وعليه فالنشا فى الحبوب الغلالية وفى درنات البطاطس وفى الأشعة النخاعية وقشرة الأشجار فى الشتاء يتكون من أنواع من السكر سبق صنعها فى الأوراق .

وحبوب النشا التى تكونها الليوكوبلاستات هى فى العادة أكبر حجما من تلك التى تتكون مؤقتا وتختزن فى كاوروبلاستات الأوراق . وفى بعض البزور تختزن المادة الاحتياطية من الكربوايدرات على صورة جدر خلوية مثخنة تشتمل على مادة الهيميسلولوز .

والدهون والزيوت الثابتة التى تحدث فى بزور الكتان والقطن وغيرها هى مواد احتياطية غير أزوتية وأول ما ترى هذه المواد على صورة نقط دقيقة فى البروتوپلازم ، وتجرى هذه النقط الصغيرة بعضها الى بعض حتى تكون نقطا كبيرة . وفى بعض الأحوال يظهر أن الدهون والزيوت تصنع من الدكستروز وغيره من أنواع السكر . أما فى غيرها فتتولد من تحويل النشا .

والاسپاراچين واللوسين والجلوتامين وغيره من المركبات فى الأميدية تكون فى الغالب أهم مختزن من المواد الأزوتية الموجودة فى العصارة الخلوية من الدرنات والجذور وريزومات النبات . فاذا تقدمت الدرنات والجذور نحو البلوغ انقلب بعض هذه المركبات الى بروتيدات . وفى بعض البزور الناضجة تكاد تتكون المادة الأزوتية الاحتياطية من بروتيدات مختزنة على صورة حبوب اليرونية (Aleuron-grains) جامدة ، وكل غير ذات شكل ولا يوجد فيها إلا قليل من المركبات الأميدية .

ويلاحظ أن المواد المختزنة بالفعل هى فى العادة مختلفة فى تركيبها الكيماوى وفى قابليتها للذوبان ، عن المواد العضوية التى نقلت الى الخلايا حيث يجرى ، الاختزان . فاحدى صور السكر تتغير الى صورة أخرى من السكر بعد دخوله فى الخلية أو تستخدمه الليوكوبلاستات فى تكوين حبوب النشا ، وعليه فالعصارة الخلوية تصبح أقل تركزا من صنف السكر الذى دخل فيها و يتجدد الانتشار الغشائى .

بهذه التغيرات يمكن استمرار خزن المواد الاحتياطية و إلا فان العصارة الخلوية من الأنسجة الاختزانية تصبح من التركز بحيث لا يمكن انتقال المادة الى الخلية بواسطة الانتشار الغشائى وفضلا عن ذلك فان تغير مادة انتشارية قابلة للذوبان الى صورة غير قابلة للذوبان يمنع انتفاخ الخلايا أن يكون مفرطا .

تج ١٢٦ : اقطع قطاعات عرضية من أفرع العام الماضى من كثير من الأشجار فى الشتاء وضعها برهة فى محلول يود (أنظر تج ٧٩) و بعد ذلك ثبتها فى الماء وافحصها بالشيئية الصغرى ولاحظ فى أى الأنسجة يوجد السكر بوفرة .

تغذية أنصاف الطفيليات وأنصاف السبروفيتات

من النباتات الخضراء ما يظهر أنه يأخذ بعض مواد عضوية جاهزة سواء من نباتات حية أو من الدبال بخلاف ما له من القدرة على تكوين مواد عضوية من ثانى أوكسيد الكربون والماء والنيترات وغير ذلك من المواد غير العضوية البسيطة ومن هذا الفريق نباتات تعرف "بانصاف الطفيليات" (Semi-parasites) .

تعلق بعض أجزاء من جذور هذه النباتات نفسها بواسطة ممصات (Haustoria) تلفها على جذور النباتات النامية بالقرب منها وتمتص منها مقدارا ما من المواد العضوية وإلا فانها اذا لم تعلق نفسها بهذه الطريقة على غيرها من النباتات لم يحسن نموها .

وهناك نباتات كثيرة منها أنواع الصنوبر والفصيلة المخروطية بالاجمال ، تظهر كأنما هى بالرغم من وجود كلوروبلاستات فيها تكمل مددها من المواد العضوية التى تصنعها بواسطة امتصاص مواد عضوية من الدبال المتحلل أو من عفن الورق (Leaf-mould) الذى يعثر على كثير من جذورها ناميا فيه .

وجذور أنصاف السبروفيت الخضراء هذه ليس لها شعيرات جذرية امتصاصية أو قد يكون لها قليل منها ومع ذلك فانها تألف ميسيلة (Mycelium) بعض أنواع الفطر الموجودة فى الدبال . ويسمى الفطر والجذر وهما مجتمعان "ميكوريزا" (Micorhiza) . وفى بعض النباتات تكون الميكوريزا أندوفيتيه (Endophytic) يعيش إذ الفطر بعض العيش فى باطن قشرة الجذر وفى غيرها يعلق على سطح الجذيرات و يغطيها بغطاء من الميسيلة أشبه بنسيج العنكبوت تمو منه الهيفة (Hyphœ) وتتدلى فى الدبال وتمتص بعضه . ويسمى هذا النوع ميكوزيزا ايبفيتية (Epiphytic) وربما كان بعض مركبات الدبال العضوية تذيبها الفطر وتنتقل مع غيرها من مركبات التربة الممتصة الى النبات الذى يعيش معه الفطر . وعليه يبدو الفطر كأنه عامل مفيد إذ يعاون على الامتصاص و إلا لم يستطع النبات أن يجود .

وقد وجد أن بوادر الصنوبر تموت بعد مدّة فى أرض الغابات التى تعرض للماء الغالى أو لبخار الماء لقتل الفطر .

و بما أن نباتات هذا الفريق ذى الأوراق الخضراء ليست فى حاجة لازبة للمواد الكربوايدراتية فقد يحتمل أن تكون وظيفة الفطر امتصاص المركبات النوشادرية والمواد الأزوتية العضوية وكذلك المواد الأخرى التى تشتمل على مواد الرماد اللازمة لتكوين النبات .

الفصل الثامن عشر

الأنزيمـات وهضم المـواد المختزنة

ان المواد المختزنة فى البزور والدرنات والجذور وغيرها من أعضاء النباتات هى فى الغالب مواد جامدة غير قابلة للذوبان وتلك مثل النشا والحبوب الألورونيـة التى لايمكن ازالتهـا من الخلايا المقفلة التى تحتويها أو مركبات مثل الزيوت والدهون التى لاتوافق الانتشار السريع بواسطة الانتشار الغشائى وان كانت سائلة .

ولا بد قبل امكان نقل هذه المواد المختزنة من الانسجة ، التى هى مودعة فيهـا ، الى مراكز النمو التى يحتاج اليها فيها ، من هضمها أو تغيير صورتها الى مادة قابلة للذوبان سهلة التوزع تستطيع التنقل فى المجارى العادية المهيأة لنقل الأغذية . ويظهر فى بعض الأحيان أن التغيير اللازم فى صورة المـادة ناشئ من تأثير البروتوبلازم الحى تأثيرا مباشرا ؛ ولكن يحدث هـذا التغيير فى كثير من الأحوال بواسـطة الفاعلية (Activity) الكيماوية لمـواد تسمى "انزيمـات" (Enzymes) أو خمائر يفرزها السيتوبلازم .

ويعرف من هذه الأنزيمات عدد عظيم وكلهاينتسب الى فريق البروتيدات من المركبات العضوية . ويستطيع مقدار قليل جدا من كل منها أن يغير صورة مقدار غير محدود من المـادة التى تؤثرهى فيها دون أن يصيبها التغير أو النقص أثناء العملية . والأنزيمات لاتستطيع العمل على درجة من الحرارة منخفضة ويهلك أغلبها اذا سخنت محاليلها الى حوالى درجة ٧٠° مئينية . فأما الدرجة

التى تناسبها للقيام بعملها مناسبة تامة فهى بين ٣٠° ، ٥٠° مئينية وأكثر ماتكون فاعليتها الكيماوية فى الظلام . فأما تعريضها لنور وضاح فانه يوقفها ويتلفها على التدريج .

٢ — واليك أهم الأنزيمـات الحادثة فى النباتات :

(١) الأنزيمـات التى تغير الكربوايدراتات المختلفـة غير القابلة للذوبان الى أنواع السكر .

(أ) ينتسب الدياستاز الى هذا الفريق وهو يؤثر فى النشا ويحوله فى النهاية الى مالتوز (Maltose) والى جزء صغير من مادة صمغية الشـكل تسمى "دكسترين" (Dextrin) وذلك بعملية تحليل تدريجية مستمرة وتحدث صور أخرى من الدكسترين فى غضون العملية ولكن سرعان ما تنقسم الى مالتوز : وبعضها يعطى لونا أسمر ضـاربا الى الحمرة اذا عومل باليود .

ويرى فى النباتات نوعان من الدياستاز يختلفان اختلافا قليلا جدا . فالنوع الذى يعرف "بدياستاز الأفراز" (Diastase of Secretion) مهمته تحليل النشا فى البزور النابتـة وأخص ما يكون فى البزور النابتة من الشعير والغلال والنجيليات . وهذا النوع من الدياستاز الذى هو الانزيم الخاص الذى يوجد فى المولت يأكل ما يكون فى مادة حبوب النشا من الانخفاضات الشبيهة بالنقر قبل أن يذيبها .

ويفرز هـذا الأنزيم فى بزور الفصيلة النجيلية (Graminœ) بواسـطة الخلايا الأسطوانية المستطيلة المكونة للطبقة السطحية أى بشرة ذلك الجانب من قصعة الجنيـن التى تتصل بالاندوسبرم . ثم ينتشر الدياستاز بعد تكونه بواسـطة البشرة فى الاندوسبرم ويغير النشا الى مالتوز وهذا تمتصه القصعة وينقل الى النقط النامية من الجنين المتكشف .

وتسمى الأنواع الأخرى من الدياستاز "بدياستاز الانتقال" (Diastase of Translocation) وهى أشيع انتشارا من دياستاز الافراز اذ توجد فى الأوراق والفراخ وغيرها من الأجزاء الخضرية من النبات وأكثر ما يكون الدياستاز فى الأوراق أثناء الليل أو اذا حفظ النبات فى ظلام وبواسطته يتغير النشا المتكوّن فى كلورو بلاستات الأوراق الخضراء أثناء النهار الى سكر بالليل .

ويوجد هذا النوع من الدياستاز فى كل أجزاء درنات البطاطس النابتة ولكنه يكثر بالقرب من عيونها (Eyes) حيث يبتدئ النمو وهو يحوّل نشا الدرنة الى سكر ثم ينقل هذا المركب الى الفراخ التالية وتفرز أيضا مقادير قليلة من هذا الدياستاز بواسطة الطبقة الألورونية (Aleuron-layer) فى اندوسبرم حبوب الغلال عند الانبات . والدياستاز النقلى يؤثر على درجة حرارة منخفضة أكثر من تأثير دياستاز الافراز ويذيب حبوب النشا دون سبق أكلها .

(ب) أثناء انبات حبوب الغلال يرى أن الجدر الخلوية من النسيج الأندوسبرمى ، الواقعة بالقرب من الجنين وبالقرب من الطبقة الألورونية ، مفككة ومذوبة بواسطة فاعلية أنزيم يبتدئ عمله قبل أن يبتدئ الأنزيم الدياستازى فى اذابة النشا الموجود فى الحبة .

ويفرز بعض هذا الأنزيم المسمى "سايتاز" (Cytaze) بواسطة بشرة القصعة ولكن أخص ما يفرز منه يكون بواسطة خلايا الطبقة الألورونية ويوجد ايضا فى فلقات البازلاء النابتة وفى اندوسبرم نوع من أنواع الفصيلة البوليجونية (Polygoneum) . ويظهر أن وظيفته فى هذه الأحوال التخلص من الجدر الخلوية حتى يسمح بجعل الانتشار أسهل فيكون تأثير الدياستاز أسرع فى مختزن النشا .

ويوجد السايتاز أيضا فى بزور البلح ويوجد غالبا فى البزور النابتة من كل تلك النباتات التى يشتمل مختزن غذاء جنينها على جدر خلوية متخنة مركبة من السميسلولوز (Hemicellulose) .

(٢) ويتغير الأنيولين من المواد المختزنة الموجودة فى درنات الطرطوفة الى لفيولوز عند الانبات بواسطة تأثير أنزيم يسمى "أنيولاز" (Inulase) وقد سبق ذكر وجود هذا الأنزيم فى بصلات بعض النباتات الزنبقية التى تشتمل على أنيولين (Inulin) .

٣ — ومن المواد المختزنة الشائعة جدّ الشيوع فى عالم النبات مادة سكر القصب . وتشير التجارب الى أن هذه المادة لا تفيد وهى على هذه الصورة فى تغذية البروتوبلازم تغذية مباشرة إلا قليلا وقد لا تفيد مطلقا على أنها تتغير بواسطة الأنزيم أنفرتاز أى الأنفرتين الى مخلوط من الدكستروز واللفيولوز اللذين لهما قيمة غذائية مباشرة .

وفى النباتات الجذرية مثل بنجر السكر والجزر يرسل مقدار عظيم من المادة العضوية التى تصنع فى الأوراق أثناء السنة الأولى من النمو الى الجذر ويخزن على صورة سكر القصب وهذه المادة المدخرة ينتفع بها أثناء السنة التالية لتوليد سوق جديدة وأزهار وبزور ولكن قبل انتقالها من الجذور الى مراكز النمو المتجدد يحلل الأنزيم أنفيرتاز سكر القصب الى دكستروز ولفيولوز تبعا للمعادلة الآتية :

$$\text{ك}_{١٢}\text{يد}_{٢٢}\text{ا}_{١١} + \text{يد}_{٢}\text{ا} = \text{ك}_{٦}\text{يد}_{١٢}\text{ا}_{٦} + \text{ك}_{٦}\text{يد}_{١٢}\text{ا}_{٦}$$

سكر القصب + ماء = دكستروز + لفيولوز

هذه الصورة من التحلل فى مركب تحللا يشمل تثبيت عناصر الماء يسمى "اكتساب الماء" (Hydrolysis) أو "تحللا مكسبا للماء" (Hydrolic) (Hydrolic) وهو من خواص فعل الأنزيمات كلها .

وقد وجد الأنفرتاز فى أوراق النباتات الصغيرة وفى جذورها وفى حبوب اللقاح النابتة وفى غيرها من أجزاء النباتات حيث يوجد سكر القصب .

٤ — بعض المواد التى تعرف بالجلوكوسيدات تحدث عادة فى الأنسجة النباتية ولكن لا تزال حقيقة وظيفتها وقيمتها الغذائية للنبات غير مدركة تمام الادراك على أنها تكتسب ماءً بتأثير الحوامض وبعض الأنزيمات فتصبح أنواعا نافعة من السكر وغيره من الأجسام ، تكون فى الغالب الدهيدات أو فينولات .

فأما السكر الذى ينتج فالغالب أن يكون دكستروز (جلوكوز) ومن هنا أطلق لفظ "جلوكوسيدات" (Glucosides) على مثل هذه المركبات .

وأحسن أمثلة هذه المركبات الأميجدالين (Amygdalin) الموجود فى كثير من النباتات الوردية والسنيجرين (Sinigrin) الذى فى الخردل وغيره من النباتات الصليبية والسالسين (Salicin) فى الصفصاف . وبعض المركبات القابضة الذائعة الانتشار فى كل أجزاء النباتات وتعرف "بالدباغ" أو "التنين" (Tannin) هى من الجلوكوسيدات أيضا .

ويتم تحلل الاميجدالين بواسطة الأنزيم أميولسين (Emulsin) ويحدث الدهيد بنزينى وحامض البروسيك وجلوكوز تبعا للمعادلة الآتية :

$$ك_{٢٠} يد_{٢٧} ز ا_{١١} + ٢ يد_{٢} ا = ك_{٧} يد_{٦} ا + يد ك ز + ٢ ك_{٦} يد_{١٢} ا_{٦}$$

أميجدالين + ماء = الدهيد البنزين + حامض بروسيك + جلوكوز

ويتحلل الجلوكوسين سنيجرين بواسطة الأنزيم ميروسين (Myrosin) .

٥ — ويوجد مقدار عظيم من المواد المختزنة فى بزور الكتان والسلجم والخروع وغيرها من النباتات على صورة زيت أو دهن وأثناء انبات مثل هذه

البزور يحدث تأدرت فى الزيوت بواسطة فاعلية أنزيم يسمى "ليباز" (Lipase) ويظهر أن نتائج التحلل فى هذه الأحوال بعد درسها درسا دقيقا هى حوامض دهنية سائبة وجليسرين ولا يدرى الى أى حال ينتهى أمر هذه الحوامض . أما الجليسرين فيحتمل أنه يتغير الى أى شكل ما من أشكال السكر التى تنتقل فى أنسجة الجنين وهو ينمو حيث ينقلب بعضه حبوبا نشوية تدخر مدة قليلة .

٦ — ويوجد فى النباتات فريق آخر من الأنزيمات به يتأدرت مختلف أنواع البروتيدات غير القابلة للذوبان أو للانتشار الى بروتيدات أبسط منها تركيبا قابلة للانتشار تسمى "پبتونات" (Peptones) ويصحب هذه البروتيدات البسيطة مقدار ما من الأميدات (Amides) . وقد دل ما وصل اليه بحثها أنها تشابه الأنزيمات التى تفرزها غدة البانكرياس فى الحيوانات العليا وتسمى "ترايبسينات نباتية" (Trypsin) .

وليست التغيرات الكيماوية التى تحدث للبروتيدات فى انتقالها من مكان الى مكان فى باطن أنسجة النباتات واحدة فى كل الأحوال بل انما البروتيدات المختزنة تصير فى كثير من البزور قابلة لانتفاع الجنين بها بواسطة فعل خمائر ترايبتيكية (Tryptic) فاذا ابتدأ الانبات تحللت البروتيدات (غير القابلة للذوبان البطيئة الانتشار) فى الفلقات وفى الأندوسبرم الى پبتونات قابلة للذوبان والى واحد أو أكثر من الأميدات كالأسباراجين والليوسين أو التايروسين وهى التى تنتقل بسهولة الى مختلف أجزاء الجنين النامى الذى يحتاج الى غذاء آزوتى . وترى الترايبسينات أيضا فى الأوراق والسوق والأثمار المتكشفة فى كثير من النباتات حيث تسهل سرعة انتقال البروتيدات فى هذه الأعضاء .

وتتوقف القوّة التى للنباتات الطفيلية والسبروفيتية ، لامتصاص النشا والبروتيدات ومواد عضوية أخرى من نباتات غيرها واستخدام ذلك كغذاء لها ، على قدرتها على افراز أنزيمات داياستازية وغير داياستازية .

ومن أنواع الفطر الطفيلى مايخرق أنسجة النباتات التى يغشاها بافراز أنزيم قادر على اذابة الجدر الخلوية الحائلة دونه .

والظاهر أن انتاج الكؤولات من السكر بواسطة خميرة أليسته (Yeast) يحدث بواسطة أنزيم يسمى "زايماز" (Zymaze) موجود فى خلايا نبات أليسته . وبعض التغيرات الكيماوية التى تحدثها البكتيريات هى نتائج فعل الانزيمات التى تفرزها هذه الكائنات العضوية .

تج ١٢٧ : استنبت بعض بزور من الشعير على ورقة نشاف رطبة فاذا بدرت الريشة فذق طعم الأندوسبرم وقارن حلاوته بحلاوة بزرة منقوعة غير مستنبتة .

وقارن طعم المولت بطعم حبوب الشعير العادى

تج ١٢٨ : هيئ عجينة رقيقة القوام من النشا ومحلولا من دياستاز مولتى كما هو مبين (فى تج ٨٠) .

املأ أنبوبتين من عجينة النشا المذكورة وصب فى احداهما مقدارا من محلول الدياستاز وفى الثانية بعضا من المحلول بذاته بعد غليه ثلاث دقائق وتبريده وابحث باليود عن وجود النشا فى كلتا الأنبوبتين كل خمس دقائق كما نص فى (تج ٨٠) .

كيف كان تأثير غلى محلول الداياستاز ؟

الفصل التاسع عشر

التنفس

التنفس العادى فى حضرة أوكسيچين الجو المطلق — التنفس الهوائى

من العمليات الفسيولوجية المعروفة التى تقوم بها الحيوانات عملية التنفس الذى يحدث فى أثنائه تبادل دائم فى الغازات بين جسم الحيوان والهواء المحيط به .

فيشهق الأوكسيچين فى الرئة ويزفر ثانى أوكسيد الكربون فى الجو وما دامت الحياة موجودة فالتنفس مستمر ومن ثم كان من علامات الموت المحقق انقطاع هذه العملية .

على أن التنفس غير مقصور على الحيوانات بل هو أمر تقوم به كل النباتات العادية وهو ضرورى لبقائها كما هو ضرورى للحيوانات .

ومقدار التنفس وسرعته فى الحيوانات فى العادة أكثر بكثير منه فى النباتات ولكن العملية فى جوهرها واحدة فى هذين الفرقتين من الكائنات العضوية ولا يخفى أن الحيوانات تموت اذا انقطع عنها مدد من الهواء النقى وكذلك الأمر فى النباتات فانها فى مثل هذه الظروف تلوح عليها علامات ضعف الصحة . وفى مزارع الحقول والبساتين العادية يحصل ما فوق الأرض من أجزاء النبات على ما يكفيه من الأوكسيچين لسدّ حاجاته جميعا ، ولكن يغلب فى الجذور أن يصيبها شديد الأذى من حاجتها الى مدد كاف من الهواء النقى فى التربة ولذا كان مظهر عدم الصحة فى النباتات المغرقة بالماء ، فى أصص أو فى مغل مزروع فى أرض سيئة الصرف ، راجعا على الأخص الى عدم كفاية

مدد الأوكسيچين لجذورها . والبزور التى تدفن فى الأرض على مسافة بعيدة لا تحصل على هواء نقى كاف لصحة التنفس فاما أن لا تنبت و إما أن تنبت على حالة لا يرتاح لها .

وكل خلية حية فى جسم النبات تتنفس ، وذلك أن الأوكسيچين اللازم لهذه العملية يمدها به الهواء الذى يدخل من ثغور الأوراق ومن العديسات و يتخلل جسم النبات فى الخلال الخلوية .

وحواصل التنفس فى الظروف الطبيعية فى كل النباتات الراقية هى ثانى أوكسيد الكربون والماء . و بما أن كل كربون ثانى أوكسيد الكربون مشتق من المركبات الكائنة فى جسم النبات فظاهر أن عملية التنفس هى عملية اتلافية لابد أن تؤدى الى نقص فى المادة الصلبة من النبات . و بوادر الغلال وكثير غيرها من أنواع النباتات تفقد ما يقرب من نصف مادتها الصلبة اذا هى تركت فى الظلام أسبوعين أو ثلاثة .

وعلى هذه الاعتبارات كان التنفس فى جوهره نقيض "عملية التمثيل" التى يحدث فيها تثبيت للكربون وزيادة فى مقدار المادة الصلبة فى النبات . وفضلا عن ذلك فان التنفس يجرى فى كل الخلايا الحية سواء كانت فى ظلام أو فى نور أما "تثبيت الكربون" فانما تقوم به الخلايا التى تشتمل على كلورو بلاستات اذا كانت متعرضة للضوء و يستهلك الاوكسيچين أثناء هذه العملية و ينطلق ثانى أوكسيد الكربون فى الهواء ولكن عملية تثبيت الكربون تستهلك فى النباتات الخضراء المعرّضة للضوء من ثانى أوكسيد الكربون قدر ما تنتجه عملية التنفس فى الوقت نفسه عشرين أو ثلاثين مرة ولذلك يحدث أثناء سير العمليتين نقص فى ثانى أوكسيد الكربون وزيادة فى أوكسيچين الجو ولا تظهر عملية التنفس واضحة إلا فى الليل أو فى الظلام . على أن التنفس

سريع التبين فى كل وقت فيما كان غير أخضر من أجزاء النبات كالجذور والأزهار والبزور النابتة .

والمركبات الكربونية التى تختفى أثناء سير هذه العملية هى الكربوايدراتات كالنشا وأنواع السكر والدهون . وأكسدة هذه المواد لا تحدث على درجة الحرارة العادية خارج النبات . والطريقة التى تستخدم هى بها داخل أنسجة النبات أثناء عملية التنفس لا تزال غير معروفة . والأكسدة تتوقف على البروتوپلازم وعليه ضبطها . اذ أنها تبطل اذا انقطعت الحياة . ومقدار التغيرات الكيماوية التى تجرى وكذا طبيعتها لا تتغير سواء بنقص مقدار الأوكسيچين فى الجو المحيط نقصا شديدا أو بزيادته زيادة عظيمة .

وامتصاص الأوكسيچين وما يعقبه من اطلاق غاز ثانى أوكسيد الكربون هو المبدأ والنهاية لسلسلة طويلة من تغيرات كيماوية لا تزال أطوارها الوسطى غير معروفة . واختفاء النشا وأنواع السكر والدهون وغيرها من المركبات العضوية أثناء التنفس ليس مسببا عن أكسدة بسيطة مباشرة ؛ فربما كان الأوكسيچين الممتص يؤكسد البروتوپلازم نفسه مباشرة فيستعمل المركبات الكربونية لتعويض ما فقد .

وتتوقف نسبة الأوكسيچين الممتص الى غاز ثانى أوكسيد الكربون المخرج على قوة النمو وعلى المواد المستهلكة أثناء التنفس . وقد وجد فى بعض النباتات أن هذه النسبة : حجم من ثانى أوكسيد الكربون الناتج من حجم الأوكسيچين المستهلك : كانت من القلة بحيث لم تبلغ إلا ٠,٣ فى حين أنها بلغت فى غيرها من العلو ١,٢

وحجم الأوكسيچين المأخوذ من الهواء أثناء تنفس طبيعى نشط فى البزور النابتة والدرنات والبصلات المشتملة على نشا وسكر وفى غالب النباتات الزهرية

يساوى حجم ثانى أوكسيد الكربون المخرج ولكن حجم الأوكسيچين المستهلك فى عملية التنفس التى تجرى أثناء انبات البزور التى تشتمل على دهون وزيوت أكبر من حجم ثانى أوكسيد الكربون المخرج اذ يظهر أن بعض الأوكسيچين الذى تمصه هذه البزور يستعمل فى أكسدة الدهون الى نوع ما من المواد الكربوايدراتية .

ولا يستطيع النبات أن يحتفظ بقواه الحيوية إلا بواسطة القوة التى تتولد من أكسدة المركبات فى عملية التنفس . والقوة الحيوية فى الحيوانات تنشأ شبيهة بتلك . فاذا امتنعت الأكسدة الفيسيولوچية امتنع النمو ووقفت حركة تيار البروتوبلازم فى الخلايا وعلقت حركات الأوراق والجذور وغيرها من آلات النبات .

وتتولد الحرارة فى كل الاحوال أثناء التنفس ويمكن ملاحظتها بسهولة فى ذوات الدم الساخن من الحيوانات . والأكسدة فى النباتات أقل تنشطا فى العادة بكثير منها فى الحيوانات . والحرارة المتولدة من القلة بحيث لا يمكن تبين فرق فى درجة الحرارة بين النباتات الخضراء وبين درجة حرارة الهواء المحيط بها وفضلا عن ذلك فان تأثير التنفس المرطب فى النباتات الخضراء العادية المعرّضة للهواء يخفى أى ارتفاع قليل فى درجة الحرارة المسببة عن التنفس . على أنه اذا كوّمت بزور أخذت فى الانبات حثيثا أو كوّمت ازهار أو براعم مسرعة فى التفتح فقد يلاحظ ارتفاع درجتين أو ثلاث عن درجة حرارة الجو بواسطة وضع فقاعة مقياس الحرارة فى خلالها .

ويتوقف مقدار التنفس على ظروف خارجية وداخلية بل أن نشاط العملية فى مختلف أجزاء نبات واحد ليس سواء ففى كل الأجزاء الصغيرة الوافرة البروتوبلازم النامية نموا نشطا مثل البزور النابتة والبراعم والازهار المتفتحة

تجرى عملية التنفس عنيفة ويلاحظ مثل ذلك فى الأجزاء المقطوعة من النباتات . وفى البصلات الساكنة وكذلك الدرنات والبراعم الساكنة لا يلاحظ من التنفس إلا قليل وقد لا يلاحظ شئ بتة . وفى البزور الجافة يبدو التنفس كأنما هو واقف وقد أمكن حفظ كثير منها اثنى عشر شهرا فى فراغ وفى آزوت وغيره من الغازات فى ظروف تجعل التنفس مستحيلا ولكنها بعد تلك المعالجة أنبتت بسهولة .

وقد يرى التنفس على درجة التجمد المائى أو على درجة أو اثنتين تحتها حيث يقف النمو فاذا ارتفعت الدرجة زاد التنفس مطردا الى الدرجة التى يحدث فيها الموت وتقف العملية بغتة .

ويظهر أن ليس للضوء تأثير مباشر فى التنفس . اذ أنه يستمر فى الظلام كما فى النور .

هذا وقد وجد بالتجربة أن عملية التنفس تحدث حدوثا طبيعيا حتى ولو كانت نسبة الأوكسيچين الموجود فى الجو قد نقصت الى ما دون نصف نسبته فى الهواء .

تج ١٢٩ : انقع حفنة أو اثنتين من بزور البازلاء أو الشعير فى الماء مدة اثنتى عشرة ساعة ثم انشلها من الماء ودعها تنبت على ورقة نشاف مبللة مدة اثنتى عشرة ساعة أخرى . ثم ضعها فى قنينة واسعة الرقبة وسدها بفل وضعها فى غرفة مظلمة دافئة . ثم احضر زجاجة مثلها ولا تضع فيها شيئا وسدها ثم اتركها الى جانبها واتركهما اثنتى عشرة ساعة ثم اختبر بعد ذلك عن وجود ثانى أوكسيد الكربون بواسطة ادخال عود ثقاب ملتهب أو غير ذلك فى كل من الزجاجتين . فاذا كان هنالك غاز ثانى أوكسيد الكربون انطفأ عود الثقاب . وهى تجربة أخرى مشابهة لذلك واختبر عن وجود ثانى أوكسيد الكربون بواسطة ماء الجير ثم صب ماء الجير هذا اوهن الزجاجتين . فاذا كان هنالك غاز ثانى أوكسيد الكربون انقلب ماء الجير لبنيا .

تج ١٣٠ : املا بعض زجاجة واسعة الفم برؤوس من الجعضيض (Sonchus) والمنتانون (Montanon) تكون صغيرة السن وتفتحت نصف تفتح . سد الزجاجة واتركها اثنتى عشرة ساعة و بعدها ابحث عن وجود غاز ثانى أوكسيد الكربون كما سبق .

تج ١٣١ : أعد العملية السابقة واستعمل فراخا مورقة خضراء و براعم متفتحة و بصلات ودرنات وغيرها من أجزاء النباتات .

تج ١٣٢ : انقع بعض بزور من البازلاء مدة اثنتى عشرة ساعة و بعد نشلها من الماء اتركها تنبت على ورقة نشاف مبللة بضع ساعات ثم ضعها فى دورق مهيأ على محمل من محامل الأنابيق وفى الفم سدادة كاوتشوك محكمة وأنبوبة زجاجية منعطفة . أدفئ الدورق بيديك واغمس الطرف المفتوح من الأنبوبة فى كوبة ملئت من الزئبق ثم اترك الجهاز مدة عشر دقائق أو عشرين والصق قطعة من الورق المصمغ على الأنبوبة (أ) عند نقطة س التى يرتفع اليها الزئبق فى الأنبوبة واحفظ الجهاز بأجمعه فى غرفة حرارتها واحدة مدة عشر ساعات أو اثنتى عشر ولاحظ ارتفاع الزئبق بعد انتهاء هذا الوقت . فاذا كان حجم الأوكسيجين الممتص مساويا لحجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد بقى الزئبق عند نفس النقطة التى كان عندها فى الأنبوبة .

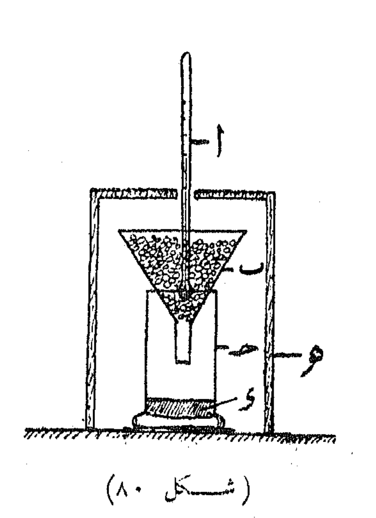
أعد التجربة ببزور زيتية مثل بزور الكتان واللفت . مع هذه البزور يرتفع الزئبق فى الأنبوبة اذ إن حجم الأوكسيجين الذى تمتصه هذه البزور أكبر من حجم ثانى أوكسيد الكربون المصعد .

تج ١٣٣ : أبن أن الحرارة تتولد أثناء تنفس البزور النابتة . انقع بعض بزور من البازلاء أو الشعير فى الماء مدة بضع ساعات ثم اتركها تبدأ فى الانبات على ورقة نشاف مبللة . ضع هذه البزور فى قمع زجاجى كبير (ب) محمولة فى كوبة أو أنبوبة زجاجية (حـ) تشتمل على مقدار قليل من محلول قوى من البوتاسا (ى) كما فى شكل (٨٠) واغمس فى البزور فقاعة مقياس الحرارة (أ) على درجة نصف ستيجراد . وغط الجميع غطاء غير محكم بلوحة من الورق المقوى (هـ) تاركا فيها ثقبا للقياس المذكور وللمقارنة هيء جهازا مماثلا لذلك الى جانب الأول وضع فى القمع كرات من النشاف المنقوع فى الماء بدلا من البزور وقارن ما يصل اليه الزئبق فى الترمومترين فى كل منهما على ثلاثة أيام متوالية .

التنفس الأناروبى (Anaerobic) أو التنفس البينى الجزيئى (Intramolecular) — اذا وضعت النباتات الحية أو أجزاء منها فى جوّ خال من الأوكسيجين السائب استمرت على اعطاء غاز ثانى أوكسيد الكربون مدة

أمام صفحة ٢٢٦

(شكل ٧٩)



(شكل ٨٠)

ما قبل حدوث الموت . وتولد هذا الغاز أو اصعاده بواسطة الكائنات الحية في غياب الأوكسيجين السائب يسمى "تنفس أناروبى" أو "تنفس بينى جزيئى" وتتوقف المدة التى تعيش فيها النباتات فى مثل هذه الظروف على نوع النبات ودرجة الشدة فى نموه . وبوادر الذرة المتنشطة فى نموها تعيش وتستمر على اعطاء ثانى أوكسيد الكربون فى غياب الأوكسيجين مدة اثنتى عشرة ساعة أو أربع عشرة على درجات الحرارة العادية : أما الفواكه الناضجة مثل الكمثرى والتفاح فانها تعيش عدة شهور فى مثل هذه الظروف .

وفى غالب الأحوال يكون مقدار ثانى أوكسيد الكربون المتولد على هذه الصورة أقل بكثير من ثانى أوكسيد الكربون الذى يخرجه نفس النبات اذا هو تعرض للهواء . على أن بوادر الفول وغيرها من النباتات تخرج نفس مقدار ثانى أوكسيد الكربون أو أكثر منه اذا هى وضعت فى جو خال من الأوكسيجين كما تفعل وهى نامية نموا طبيعيا فى تربة مكشوفة للهواء .

وأثناء عملية التنفس البينى الجزيئى تختفى المواد الكربوايدراتية والدهون من أنسجة النباتات كما يحدث فى عملية التنفس العادى فى وفرة من الأوكسيجين ولكن تولد ثانى أوكسيد الكربون يصحبه تكون كؤول وغيره من المركبات وقد بلغ مقدار الكؤول الناتج أثناء التنفس الأناروبى فى الشليك الناضج فى احدى تجارب العالم بريفلد (Brefeld) أكثر من ٢ فى المائة وفى بوادر البازلاء أكثر من ٥ فى المائة من وزنها وهى صابحة .

وفى حين أن النباتات الراقية غير قادرة على الاحتفاظ بحيويتها فى غياب الأوكسيجين السائب أكثر من مدة قصيرة نجد أن كثيرا من صور النباتات الدنيئة مثل نبات الييسته والبكتيريا مستقلة غير متوقفة الحياة على الأوكسيجين السائب بل تستمر على البقاء والتكاثر بدونه .

الفصل العشرون

النمـــــو

١ — النمـــو — قد رأينا فى فصـــل سابق أنه يوجد عند قمة الساق أو الجذر من النبات الأخضر العادى منطقة تكوينية (Formative Region) يجرى فيها انقسام دائم فى الخلايا المرافقة وصنع خلايا جديدة . يوجد وراء هذه المنطقة مباشرة جزء طويل أو قصير يسمى "المنطقة النامية" (Growing Region) هنا نرى الخلايا منتفخة وقد ازدادت فى حجمها بسبب الضغط الذى فى باطنها وتغيرت صورة كثير منها فى الوقت نفســه . على أن هذه التغيرات الحادثة فى الحجم والصورة تبعا لزيادة الانتفاخ لا يقتضى أن تكوّن ما يسمى "نمـوًا" وإن كانت ملازمة للنمو فى كل حال . ولا تتمدّد الخلايا النامية بواسطة الضغط الانتشارى فقط فى الفجوات بل انما يصيبها تغـيير دائم فى الحجم أيضـا ، وفى الصورة والبناء تبعا لرسوب المواد فى جذورها الخلوية وغيرها من الأجزاء الأخرى .

وعند سحب المـاء من هذه الخلايا لا تعود الحالة الأصلية التى وجدت عليها عند بدء تكوّنها فى المنطقة التكوينية بمثل هـــذا العمل . وفضلا عن ذلك فبما أن تمدّد خلية ما لا يستمر بغير ازدياد حالة الانتفاخ ، وبما أن هذا يتضمن اضافة ماء الى فجوة الخلية ، فانه لا بد من حدوث ازدياد فى وزن الخلية العام وهى آخذة فى النمو . على أنه ، نظرا لمـا يحدث من الفقد فى المـادّة بالتنفس قد يحـدث نقص فى الوزن الجاف اذا لم يعوّض هـذا الفقد بعمليات غذائية أنابوليـــة .

وما يقال عن خلية مفردة تامة يقال أيضا عن منطقة النمو كلها فى فرخ أو جذر ، إذ أن هذا متكوّن من عدّة خلايا متنشطة .

هذا واذا صعب أن نعرف حقيقة معنى أو مداول لفظ "النمـو" فى جملة واحدة فانه يمكن أن يؤخذ فى الجملة على أنه يدل على تغير دائم فى صورة كائن حىّ ما أو بعض أعضائه ، وعلى أن المنطقة النامية فيه تزداد فى وزنها .

ومناطق النمو الحقيقية فى الفراخ المتولدة فى الظلام من درنة بطاطس لا تقتصر على تغيير صورتها ، بل تزداد فى وزنها باستنفاد الماء والمواد المختزنة ؛ على أنه يرى أن وزن الدرنة (التى لا تنمو) وفراخها النـامية ينقص بسبب فقد المـاء منها فى عملية النتح ، وبواسطة فقد ثانى أوكسيد الكربون فى عملية التنفس .

وأثناء العهود الأولى من حياة نبات ما أى عند خروجه من البزرة ، يحدث النمو فى كل جزء من أجزاء جسمه . على أنه بعد مدّة ما ينحصر النمو فى أجزاء موضعية خاصة أى فى نقط النمو ، وفى نسيج الكامبيوم الأسطوانى الذى يسبب فى سوق ذوات الفلقتين من النبات نموّا ثانويا فى السمك .

ونقط النمو فى السوق والجذور هى فى العادة طرفية كائنة بالقرب من طرف هذين العضوين . وعليه فأصغر الأجزاء سنا أقربها من الطرف وأكبرها أبعدها من قمة الفرخ أو الجذر . وازدياد طول السوق فى النجيليات مسبب عن تنشط نقط النمو الكائنة عنـد قواعد السلاميات ، وفضـلا عن ذلك فان الازدياد فى طول الأوراق الطويلة من نبات البصل وغيره وكثير من الشماريخ الزهرية يحدث عند قاعدة هذه الأجزاء ، وعليه تكون أطرافها أكبرها سنا ، وتسمى نقط النمو التى من هذا القبيل "بينية" (Intercalary) . واذا أخذت خلية أو عضو من نبات فى النمو كانت سرعة نموّه فى أوّلها بطيئة وبعد ذلك

تزداد على عجل شيئا فشيئا حتى تبلغ نهاية عظمى ينقص النموّ بعدها على التدريج حتى يقف بتاتا عند ما يبلغ الجزء أشدّه . والوقت الذى يستنفده هذا الارتفاع والانخفاض يسمى "مدّة النموّ العظمى" (Grand Period) . ويلاحظ أيضا أن شدّة النموّ أو قوّته فى ساق ما أو غيرها من الأعضاء تختلف أثناء مدّة النموّ العظمى المذكورة اختلافا كبيرا ، فان الجزء النامى فى أحد عهود تكشف الساق التامة إما أن ينمو أسرع مما ينمو فى عهد آخر أو يستمر فى نموّه مدة أطول . مثال ذلك : أثناء عهد الطفولة من تكشف أغلب السوق تكون قوّة النموّ ضعيفة ، ولا تتولد إلا سلاميات قصيرة ، فأما بعد ذلك فان القوّة تزداد وتظهر سلاميات أكبر من تلك ، وبعد ذلك ينقص طول السلاميات على التدريج تبعا لحدوث نقص تدريجى فى قوّة النموّ .

تج ١٣٤ : اقطع فروعا من الأشجار العادية والشجيرات فى الخريف قبل اعبال الورق وقس المسافة الكائنة بين شتى السلاميات على ذلك الجزء الذى نما فى ذلك الفصل من كل فرع منها . لاحظ ارتفاع السلاميات وانخفاضها فى الطول . ولاحظ أيضا الحجم النسبى للأوراق عند كل كعب واعمل مقاسات مثيلة لذلك على سوق النباتات العشبية الحولية .

تج ١٣٥ : أعد التجربتين ١٥ و ٢٠ وعلم بالحبر الصينى علامات مسافاتها $\frac{١}{١٦}$ من البوصة على الورقتين الثانية والثالثة من بادرة نبات البصل بعد ظهورها مباشرة ثم قس هذه المسافات بعد إذ تكون الورقتان قد استطالتا استطالة كبيرة وقارن نموّها بنموّ جذر نبات فول . وانظر هل المنطقة الزائدة النموّ كائنة بالقرب من طرف الورقة .

تج ١٣٦ : انتخب ساق نبات قمح أو شعير تكون فيه السنبلة قد لاح خروجها . واقطع بوصة تقريبا تحت الكعب الأول الظاهر وكذا تحت الكعب الثانى من القمة حتى تحصل على سلامية واحدة من الساق وأزل نصل الورقة وجزءا صغيرا من غمدها ثم قس طول الساق والجزء الصغير الذى تحت العقدة قياسا دقيقا . واعمل خمس علامات أو ستا بالحبر الصينى بين الواحدة والأخرى $\frac{١}{٤}$ بوصة عند الطرف الأعلى من الساق . ثم ضع الطرف الأدنى من الساق فى الماء وغط الجميع اذا استطعت بقبة زجاجية واتركه فى غرفة دافئة أبد أربع وعشرين ساعة أو ضع الساق فى اسطوانة

زجاجية فى قاعها قليل من الماء أبد مثل هذه المدة . ثم قس الطول الكلى مرة ثانية . واذكر مقدار ما استطالته الساق ، وهل كان النموّ بالقرب من طرفها الأعلى المعلم بالقرب من القاعدة ، وهل الجزء الصغير الواقع تحت الكعب قد نما ؟

تج ١٣٧ : قس طول السلاميات على بعض فراخ من أى أشجار أو شجيرات أو نباتات عشبية مستوفاة النموّ فى أوائل الصيف أيام تأخذ فى النموّ وفى فترات تتراوح بين يومين وثلاثة لمدة ما بعد ذلك . وعين الوقت الذى تستمر فيه السلامية فى الاستطالة .

٨ — الظروف التى تؤثر فى النموّ — لا تنمو إلا النباتات الحية . ولا بد لحدوث ذلك من أن تكون خلايا الأجزاء النامية فى عهد الشباب وهناك ظروف شتى خارجية ضرورية لسلامة النموّ منها :

(١) درجة حرارة مناسبة .

(٢) مدد موافق من الماء .

(٣) غذاء أو مواد غذائية موافقة .

(٤) وجود غاز الأوكسيجين .

(٥) الضوء . لهذا تأثير نافع وان كان غير ضرورى ضرورة جوهرية .

(١) الحرارة — لا يخفى أن النموّ فى الشتاء عند ما تكون درجة حرارة الهواء والتربة منخفضة لا يحدث إلا بطيئا وقد يقف بتاتا . ولكن اذا ارتفعت درجة الحرارة فى الربيع نبتت البزور وأخذت البراعم فى التكشف فاذا جاءت حرارة الصيف ازداد النموّ تنشطا . واذا عرض نبات ما الى حرارة تتناقص درجاتها تدريجيا بلغ فى النهاية الى درجة يقف عنها النموّ بتاتا .

وتسمى هذه الدرجة "بدرجة حرارة النموّ الصغرى" . وليست هذه الدرجة واحدة لكل النباتات فان بزور كثير من الحشائش الشائعة والخردل وحب الرشاد والجرجير تنبت وتترعرع منها نباتاتها بالقرب من درجة التجمد فى حين

أن بزور الغلال تقف عن النمو اذا هبطت درجة الحرارة الى ٥ سنتيجراد فوق الصفر تقريبا ومن الجهة الأخرى فان بزور الذرة ونباتاتها تقف عن النمو على درجة ١٠ س ج تقريبا فى حين أن درجة الحرارة الصغرى لنمو الخيار والبطيخ وغيرها من نباتات المنطقة الحارة تبلغ من الارتفاع درجة ١٩ أو عشرين مئينية . و برفع درجة الحرارة من حدّها الأدنى يوصل الى نقطة يسير فيها النمو على أقصى سرعة تسمى "درجة الحرارة المثلى" (Optimum) و بزيادة درجة الحرارة بعد ذلك يصبح النمو أقل فأقل حتى يبلغ الى حدّ أعلى يقف عنده النمو بتاتا فيرى أن النباتات قد تكون أحرّ أو أبرد مما يجب لنموّها و بين هذين الطرفين خط أمثل أو درجة حرارة أنسب لها ، عندها تتقدّم النباتات تقدّما ليس وراءه مطاب .

والدرجة المثلى لأشيع أنواع نباتات الحقول والبساتين هى ٢٨ مئينية تقريبا . أما الدرجة العليا فتقع عادة بين ٣٨ و ٤٣ مئينية والدرجة المثلى للذرة والفول والخيار هى ٣٣ أو ٣٤ مئينية تقريبا والعليا ٤٦ تقريبا .

و يلاحظ أنه ان كانت النباتات العادية تقف عن النمو على درجات الحرارة السابق ذكرها فان موت البروتوپلازم لايحدث عادة حتى تبلغ درجة الحرارة ٥٦ مئينية أو تحط الى درجة التجمد أو الى ماتحتها ببضع درجات وتتوقف قوة مقاومة الحرارة والبرودة فى الأكثر على مقدار الماء الذى يشتمل عليه النبات . فالفراخ والبراعم التامة النضج التى تشتمل على قليل من الماء لاتتأذى بتأثير الصقيع فى الشتاء أكثر مما تتأذى الفراخ العصيرية غير البالغة التى تشتمل على كثير من الماء . والبوادر المتنفخة ، والبراعم التى تفتحت وشيكا ، والأوراق المنتشرة حديثا ، والنباتات المروية عند الغروب والجذور الشحمة وكل الأجزاء المشتملة على مقادير كبيرة من الماء ، تتأذى فى العادة بتعرضها الى

صقيع قارس . والعادة فى النبات أنه اذا عرض الى درجة حرارة بين ٣ و ٥ مئينية يسمح السيتوپلازم فيها لمقدار من الماء النقى الموجود فى الفجوة بالرشح من الخلية الى الخلال الخلوية المحيطة بها حيث يتجمد على صورة بللورات ثلجية صغيرة الحجم . وقد يشابه الموت فى هذه الحالة ما يحدث من الموت بالجفاف ، والنباتات وان كانت تقتل أحيانا فى عملية التجمد المائى ، فان هذا التكوّن الثلجى ليس فى كل الأحوال مميتا إذ أنه فى كثير من الأحوال اذا كان الجزء المتجمد يذوب ببطء ، فان الخلايا تعود فتمتص الماء وتعود الأنسجة سيرتها الأولى الطبيعية . فأما اذا ذوب الجزء المتجمد حثيثا فان الماء لايعود الى الخلايا وعليه فلا بد من حدوث الموت .

ولا ينبغى تعريض النباتات المتجمدة المزروعة فى أصص الى أشعة الشمس المباشره . و يفيد فى اعادة التنشط اليها أن ترش بماء بارد برودة الثلج فاذا استمر الصقيع مدّة طويلة فان الماء المتجمد على ظاهر الخلايا قد يتبخر على التدريج فى الهواء الجاف البارد الذى يحيط بها . وفى هذه الأحوال يتكمش الجزء المتجمد و يموت من العطش .

والبزور الساكنة تشتمل على قليل من الماء وهى قادرة على تحمل أقل درجة ممكن الوصول اليها من الحرارة دون أن يصيبها أذى ، وقد وجد العالمان "ديوار" (Dewar) و"دايار" (Dyer) أن بزور الخردل والقمح والشعير والبازلاء وغيرها من النباتات قد أنبتت بسهولة بعد أن نقعت ست ساعات فى أيدروچين سائل كانت حرارته ٤٥٣ فرنهيت تحت الصفر أو ٢٧٠ مئينية تقريبا تحت الصفر . وفى النباتات المتنشطة النمو يعطب البروتوپلازم وتتلف قوته الحيوية على درجة حرارة بين ٤٥ و ٥٠ مئينية .

وكثير من البزور الجافة تتحمل الحرارة الجافة على درجة ٨٠ مئينية أو أكثر منها مدّة ساعة أو أكثر ؛ على أنها اذا نقعت ثم عرضت لحرارة درجتها بين ٥١ و ٥٢ ماتت فى مدّة بين ١٠ دقائق و ٣٠ .

(٢) الماء — الماء ضرورى لبقاء حالة انتفاخ الخلايا النامية وهو ذاته أحد المواد الغذائية كما أنه ضرورى لحمل الأغذية والمواد الغذائية التى تحتاج اليها لتغذية الأعضاء النامية .

واذا تأذت النباتات فى أول عهدها من قلة الماء نقص حجمها نقصا كبيرا (وان ظهر نموها من وجوه أخرى عاديا) وذلك أن أفرادها تصبح قصيرة الطول .

وفى الأراضى الدائمة الجفاف والفصول الجافة ينقص حجم محصول البرسيم وحجم جذور اللفت وطول قصب الغلال وحجم شتى أعضاء النباتات نقصا نسبيا . أما فى الفصول الرطبة أو فى الأراضى التى تشتمل على مقدار كبير من الماء فان نمو النباتات يزداد ازديادا كبيرا . ونمو النباتات النامية فى أصص وكذا ازديادها فى الحجم يكثر أو يقل بتغير مقدار الماء الذى يعطى لها أثناء حدوث النمو ؛ وقد يؤدى نقص الماء فجأة من النبات الى وقوف النمو عاجلا وقوفا يتبعه ذبول النبات كله .

(٣) الغذاء — الغذاء جوهرى لتكوين البروتوبلازم والجدر الخلوية من الأجزاء النامية .

(٤) الأوكسيجين — ضرورى لعملية التنفس وبدونه تقف الوظائف الحيوية جميعها .

(٥) الضوء — أعضاء النباتات التى تنمو فى الضوء الضعيف أشدّ منها فى الضوء الشديد أى أن الضوء يعوق النمو .

واذا استبقيت النباتات فى الظلام مدّة كبيرة فانها تتنوع ويقال لها فى هذه الحالة محوّرة أى مبيضة (Etiolated) وسلاميات السوق ذوات الفلقتين فى النماذج المبيضة تكون مستطيلة استطالة شاذة وأضأل من أمثالها المنماة فى ظروف النهار والليل العادية وترى خلاياها أكبر من المعتاد وتبقى جدرها الخلوية رقيقة فتصبح سوقها تبعا لذلك ضعيفة وغير قادرة على أن تقيم عودها وفضلا عن ذلك فان النبات يشتمل فى هذه الحالة على ماء أكثر مما يناسب حجمها والعادة أن تكون العصارة الخلوية أشدّ حموضة منها فى النباتات النامية نموا عاديا .

وأوراق ذوات الفلقتين المبيضة لاتتكشف بل تبقى صغيرة أشبه بحراشيف على أن الخضير لا يتكشف فى البلاستيدات فان النبات كله يبدو باهت اللون وبعض السوق كالسوسن والبصل وكذا السويق الجنينية السفلى لكثير من النباتات مثل الفول ، مما ينمو عادة فى الظلام ، لا تبدو منه ظاهرة الابيضاض المذكورة . هذا ولا تصبح أوراق السوسن ولا غيره من النباتات الريزومية والبصلية من ذوات الفلقة الواحدة قصيرة اذا زرعت فى الظلام .

وتكشف أزهار النباتات يستمر فى الظلام كما يكون فى الضوء .

تج ١٣٨ : ازرع مقدارين من بزور البازلاء والفول والخردل والشعير فى اصص ودعها تنبت . فاذا ظهرت البوادر على سطح التربة فضع أحد المقدارين فى مكان مضيء بشرط أن لا يتعرض لشعاع الشمس المباشر وضع المقدار الآخر بالقرب منها مغطى بصناديق تمنع دخول النور اليه .

(١) وقس من آن لآن أقطار السوق وطول سلاميات النباتات النامية فى الضوء وقارنها بمثلها من النباتات النامية فى الظلام .

(٢) قس أطوال الأوراق وعرضها فى كل من المقدارين وقارن بينهما .

(٣) لاحظ ما هنالك من الإختلافات فى لون المقدارين وصلابة قوامهما .

تج ١٣٩ : اعمل ملاحظات مثيلة للسابقة على الفراخ النامية فى الضوء والظلام من درنات البطاطس والخرشوف وما يبدر من جذور الدهاليا وأوراق البصل .

٣ — حركات النمو الطوعية — توتر النسيج (Tissue Tension) . النودان (Nutation) .

يندر أن يستمر النمو مطردا فى كل أجزاء الفرخ والجذر أو غيرهما من أعضاء النبات . بل أن من أجزائه ما ينمو أكثر من غيره أو يستمر فى النمو مدة أطول مما تستغرق الأجزاء المجاورة لها . وعليه فان أعضاء النباتات (١) تبدى حركات خاصة طوعية بطيئة (٢) تصبح أنسجتها معرضة لأنواع الضغط والتوتر فى اتجاهات شتى .

وفى السوق والجذور ينمو أحد الجانبين أسرع من الآخر فيترتب على ذلك أن يكون الجانب الذى أسرع فى نموه أطول قليلا من الجانب الآخر وعليه يصبح الجزء النامى الذى يكون طرف الساق أو الجذر مثنيا أو منحنيا . وليست سرعة النمو وزيادته مقصورة على جانب واحد دون آخر بل انما تتغيران من آن لآن ولذلك ينحنى العضو النامى فى جهات متعددة فيدور طرفه على مهل ملتفا على شكل لولبى فى نموه الى أعلى أو الى أسفل . والحركات التى من هذا النوع تكون طوعية تلقائية وهى تنشأ من العضو النامى نفسه وتحدث سواء كان النبات فى الضوء أو فى الظلام كما هو حالها فى مدة النمو العظمى .

ويطلق على هذه الحركات الانحنائية البطيئة لفظ "النودان" (Nutation).

وأطراف أكثر السوق والجذور تدور من اليمين الى اليسار فى جهة تخالف جهة عقارب الساعة ولكن قمة ساق اللونسرا (Lonicera) وغيرها من النباتات تتحرك دائرة من اليسار الى اليمين أثناء نودانها .

بهذه الحركات تستطيع الجذور أن تتقدم فى التربة تقدما أسهل عليها وتستطيع السوق المتسلقة والمحاليق التى يكون نودانها ظاهرا بينا بهذه الوسائل أيضا أن تصل الى مايجاورها من الدعم فتلتف عليها .

وأطراف كثير من الفراخ الأرضية من كثير من ذوات الفلقتين تنحنى بسبب فرط نمو جانب منها وبهذه الطريقة تحتمى الأنسجة الرقيقة التى تتكون منها البراعم الطرفية من الأذى اذا كان الفرخ ناميا الى الأمام أو الى أعلى فى خلال التربة . وبعد مثل هذا الانحناء يخرج الفرخ من الأرض ويحدث فى جانبه المتقعر نمو سريع ثم يصبح الجزء المنحنى مستقيما توا .

وتكون الأوراق المكونة لبراعم النباتات فى حداثتها ملتفة حول نقطة النمو الغضة أو معقوصة الى أعلى بطريقة خاصة تبعا لزيادة النمو فى جانب واحد من كل ورقة دون الآخر . فاذا تفتحت البراعم نما الجانب الذى كان نموه بطيئا ، بسرعة أكبر فتتفتح الورقة التى كانت معقوصة وينتهى بها الحال الى التبسط ويستمر نخاع أغلب السوق وقشرتها على النمو مدة أكبر مما يستغرقها النسيج الخشبى . وذلك أنهما يحاولان الاستطالة فيعوقهما النسيج الخشبى الى أجل ما . فينتج من عدم التساوى فى النمو توترات طولية فى الأجزاء النامية فاذا شققت فى سوق الصفصاف وعباد الشمس أوغيرها من النباتات التى تنمو بسرعة شقا طوليا استطال النخاع قليلا وانحنى النصفان المفصولان للخارج .

ولا ينمو قلف كثير من الأشجار بسرعة كما ينمو الخشب الموجود فى الداخل وعليه يتوتر القلف قليلا أو كثيرا .

ولا بد من ذكر أن حركات أعضاء النباتات والتوترات فى أنسجتها تحدث من عدم التساوى فى انتفاخ الخلايا المشيدة منها كما يحدث من نمو غير منتظم ، كلاهما فى كثير من الأحوال له أثر فى حركات النبات .

تج ١٤٠ : (١) افحص فى يوم دافىء لم تهب فيه ريح بعض نباتات صغيرة من الكونفولفيولس وغيرها من النباتات الملتفة النامية حول أعمدة أو خيوط قائمة . وارسم خطا على الأرض من قاعدة العمود فى الجهة التى يرى عليها طرف الساق فى ذلك الوقت . وافحص النباتات كل نصف ساعة .

وعلم علامة فى الجهـة التى يخنى فيها الطارف فى تلك الفترات وحاول أن تعرف الزمن الذى يأخذه الطرف لعمل دورة كاملة حول العمود معتبرا اياه مركزا .

(٢) اعمل ملاحظات مثل تلك عن نودان طرف سوق الفول المدادة (Runner Bean) تكون قد زرعتها فى أصص ووضعت لها أعوادا مغروسـة فى التربة . ويجب أن توضع النباتات خارج الغرفة بحيث لا تتعرض لضوء الشمس المباشر .

تج ١٤١ : ضع بعض بزور من الفول الرومى ونقيرها الى أدنى فى نشارة خشب مبللة واتركها تنبت فاذا أصبح طول جذورها بوصة فارفعها وتخير واحدة يكون جذرها أكثر استقامة من سواه وثبته بدبوس يمرّ فى أضيق أقطار الفلقتين فى عصى رفيعة أو قطعة من الخشب رقيقة . وضع العصى أو القطعة فى ثقب فى لوحة من الفل أو الورق المقوى ثم ضع الورقة المقواة والفولة فوقها على فم قنينة واسعة الفوهة مشتملة على مقدار قليل من المـاء وهيء هذا وذلك حتى يكون الجذر رأسيا داخل الزجاجة .

اترك الجميع فى خزانة مظلمة أو غطه بصندوق يمنع النور وافحص حال الجذر بعد ١٢ ساعة و ٢٤ و ٣٦ وأنظر هل يبق رأسيا أم يميل ؟

هل يميل فى مستوى الفلقتين أكثر من مثله على زاوية قائمة مع هذا المستوى .

تج ١٤٢ : اقطع قضبا طولها بوصتان من سـوق تامة النمو من نبات عباد الشمس وغيره . قسها ثم شقها على استطالتها بحيث يشتمل بعضها على النخاع فقط والبعض الآخر على الأنسجة القشرية فقط . قس كل شقة وقارن بين أطوالهـا وبين الطول الأصلى للقطعة جميعها ولاحظ أيضـا صورة القطع المتفرقة .

تج ١٤٣ : أزل فى أبريل أو مايو وفى غيرهما من الوقت حلقة كاملة من القلف طولها بوصة من فروع عمرها ثلاث سـنوات أو أربع من شجرة لبخ وجميز ومشمش . ثم حاول أن تعيد القلف الى مكانه الأصلى . وأنظر هل يقع فى المكان بالدقة ؟

٤ — حركات النمو السببية (Induced movements of growth) —

يوجد فضلا عن الحركات الحيوية التى سبق شرحها ، تلك التى تنشأ عن أسباب داخلية موروثة تعمل داخل أعضاء النبات ذاتهـا ، حركات أخرى تلاحظ فى كثير من أعضاء النباتات ، يحدثها مثير أى منبه خارجى . فان پروتوپلازم النباتات الحية قابل للتهيج بل هو حساس كپروتوپلازم الحيوانات سوى أن

ذلك انما يكون بطريقة مخالفة لذلك نوعا . وهو قادر على الرّد على فعل المؤثرات الخارجية المختلفة وأهم الأسباب الباعثة التى تحدث حركات فى مختلف أعضاء النباتات هى : (١) ملامسة جسم غريب ، (٢) التغيرات فى درجة الحرارة ، والتغير الدورى لليل والنهار ، (٣) الاضاءة الجانبية ، (٤) قوة الثقل ، (٥) اختلافات مقدار الرطوبة فى التربة المحيطة والجو .

(١) الحركات المسببة عن ملامسة جسم غريب .

أحسن أمثـلة الحركات التى من هذا القبيل تصادف فى محاليق النباتات وجذورها فان محاليق البـازلاء والكروم والجرخ فلك (Passion flower) وغيرها تتأثر بملامسة خفيفة . اذا لامس حالق أثناء نودانه جسما غريبا كساق نبات مجاور أو عسلوج منه فانه يأخذ فى الانحناء نحو الجسم المهيج . فاذا لم يكن هذا الجسم سميكا جدّا وكان الاتصال به مستطيلا أصبح الحالق أكثر انتفاخا من جهة الجانب الذى لم يهيج وكذلك ينمو بسرعة فى هذا الجـانب بحيث تلتف المحاليق حول الجسم التفافا تاما .

ويختلف الجزء الحساس الخاص من المحاليق باختلاف النباتات . فقـد يكون جزء عظيم حول الطرف قابلا للتهيج ، بينا تكون المنطقة الحساسة أحيانا مقصورة على جزء قصير المدى على جانب واحد فقط .

وليس الانحناء فى الحالق مقصورا على الجزء الذى هيج بالفعل ، بل العادة أن ينقل أثر التنبيه الى الوراء على استطالة الحالق ويحدث فى الأجزاء التى لم تمس . ويصادف مثل هذا الرّد الناشئ من ملامسة جزء غريب مجاور ، فى الأعناق الحساسـة من بعض الأنواع المتسلقة من التروپيولوم (Tropoeolum) والسولانوم (Solanum) ويلاحظ مثل ذلك أيضا (وان كان بدرجة أقل) فى كثير من السوق اللافة والمتسلقة .

وهناك أجزاء صغيرة بالقرب من أطراف الجذور تحس بالملامسة الجانبية المستطيلة ، فاذا صادفت مثل هذه الأجزاء أحجارا أو غيرها من المواد الصلبة وهى تخترق التربة مالت عن هذه الأجسام المهيجة واستمرت أطراف الجذور فى نموها فى اتجاه آخر . ومن جهة أخرى فان أجزاء الجذور النامية التى تكبر سنا عن تلك اذا نبهت بالملامسة مالت نحو الأجسام المهيجة ونمت حولها وهذه الحركات الناشئة عن الملامسة والحركات النودانية السابق ذكرها انما هى لتمكن الجذور من تخطى العقبات المعترضة فى طريقها .

تج ١٤٤ : (١) لاحظ صورة المحاليق السائبة من البازلاء ، والكرم والمومورديكا (Momordica) . وقارن هذه المحاليق بما يكون منها على حواملها .

(٢) هيىء المحاليق السائبة التى التفت على نفسها ثلاث مرات بحيث تلمس أطرافها عساليج صغيرة أو غيرها من الحوامل المشابهة والحصها فى فترات أبدها بضع ساعات ولاحظ مقدار التفاف الحالق حول حامله .

(٣) هيج الجانب المقعر من الطرف المحنى من حالق نبات الخيار والبطيخ وما شاكله مدة دقيقة بواسطة حكه بقطعة خشب ملساء ثم لاحظ مايطرأ عليها بعد ذلك مدة دقيقتين أو ثلاث وأنظر هل يزداد تقوسها ؟

تج ١٤٥ : الحص طريقة تسلق نبات المومورديكا بلسمينا .

(٢) حركات الرد على اختلافات درجة الحرارة وتغير الليل والنهار .

كثير من الأزهار تتفتح فى يوم دافىء أو اذا هى أدخلت فى غرفة دافئة ، وتغمض اذا وضعت فى مكان بارد وتستمر حركات التفتح والغمض مستقلة عن الضوء ، وتحدث بواسطة التغير فى مقدار انتفاخ الخلايا المكونة للجانبين الأعلى والأدنى من البتلات . فان اختلاف درجة الحرارة يهيج البروتوبلازم بحيث ان مقادير الماء المختلفة يؤذن لها أن تمر خلالها الى بخوات الخلايا

ومنها ، فتتغير حالة انتفاخ الخلايا تبعا لذلك . وازهار الاناجاليس وغيره من النباتات تغمض فى النهار اذا كان الطقس معتما والهواء رطبا . وذلك انما يكون لحماية الأسدية وغيرها من الأجزاء التوالدية من أذى المطر أو غيره من الأسباب وبتفتحها فى أيام الدفء يجد النبات فرصة مناسبة للتلقيح الخلط . إذ لايكثر زوارها من الحشرات إلا فى مثل هذه الأحيان .

ووريقات الورقة المركبة من البرسيم وغيره من النباتات البقلية وكذا وريقات الحميض وغيره تطوى نفسها بعضها على بعض فى الليل أو تغير مراكزها بطريقة خاصة وتعود فى الصباح سيرتها الأولى . وتسمى الحركات التى من هذا القبيل "بالحركات النعاسية" (Nyclitropic or Sleeping movements) وانما يحدثها النبات ردا على التنبيه الحادث من اختلاف درجة الحرارة وتغير الاضاءة الحاصلة أثناء تغير الوقت من الليل الى النهار .

والغالب أن تتجه حواف الورق والوريقات فى الليل الى أعلى أو تنكس الورقة بأجمعها أو تطوى بحيث ان السطح الورقى المعرض للسماء ينقص نقصانا كبيرا فيقل بذلك فقد الحرارة الناشىء عن التشعع . وعلى ذلك فالأوراق بتشكلها على هذه الصورة فى الليل تحمى من أذى البرد حماية عظيمة .

تج ١٤٦ : الحص موضعى أوراق البرسيم والفول المداد فى الليل وفى النهار .

وفى النهار غط نبات برسيم بسلطانية أو حوض أو بناقوس وقارن بعد ساعتين بين وضع وريقات هذا الليل المفتعل ووضع الوريقات فى النبات المجاور الذى بقى معرضا للضوء .

تج ١٤٧ : اقتطف بعض رؤوس متفتحة تمام التفتح من نبات المونتوكا (Montauca) الجعضيض وضع شماريخها فى الماء ثم انقلها الى خزانة معتمة ولاحظ أن هـذه الرؤوس تغمض بعد ساعة أو ساعتين من بقائها فى الظلام . ثم انقلها الى مكان مضىء ولاحظ هل تعود فتتفتح ؟

(٣) الحركات المسببة بالاضاءة الجانبية — التأود الضوئى (Heliotropism)

اذا سمح لنبات بالنمو غير معترض فى نافذة غرفة عارية كان جانب من ساقها منارا أكثر بكثير من الجانب الآخر، وتبعا لهذه الاضاءة ينحنى الجزء النامى على مهل صوب الضوء بحيث ان طرف الساق وبعضا من الساق وراء الطرف المذكور يتجه فى النهاية صوب الجهة التى يأتى منها الضوء . ويحدث مثل ذلك الانحناء فى سوق النباتات النامية بجوار الحيطان ، وفى غيرها من الأماكن حيث يصل اليها النور من جانب أكثر من الجانب الآخر وهذا الانحناء ناشئ عن اختلاف فى سرعة النمو ومقداره على جانبى الساق مثل غيره من أحوال انحناء الأعضاء النامية . وهو، كحركات الأوراق والجذور التى سبق بك الكلام عنها ، انما يحدث مطاوعة لتنبيه الضوء الساقط على الساق من جانب واحد . ويوجد بالقرب من الطرف جزء صغير يمتاز باحساسه بالاضاءة الجانبية ، والظاهر أن التنبيه الذى يصيبه ينتقل متقهقرا الى الجزء الذى ينحنى بالطريقة الخاصة السابق وصفها .

واذا قطع طرف ساق بادرة تبدو عليها هذه الحركات أو غطى غطاء محكما بحيث لا يتطرق النور اليه مطلقا فان ذلك الانحناء الخاص لا يحدث بتة .
واذا حدث هذا التنبيه الضوئى الجانبى للجذور سبب حركة عكس التى تلاحظ فى الجزء النامى من الساق . فالجزء النامى من جذر ما يميل منحنيا عن الضوء المنبه، ويميل الطرف وجزء صغير بالقرب منه ،وان وقعا على خط الضوء الساقط، (Incident Light) بعيدا منه وتسمى الحركات الحادثة ردّا لتنبيه الضوء الجانبى ، تلك الحركات التى تميل فيها أعضاء النبات صوب الضوء كالسوق، هليوتروبزم أو بالتأود الضوئى (Heliotropism) أو التأود الضوئى الموجب . أما نقط التأود الضوئى المبتعد (Apheliotropism)

أو التأود الضوئى السالب فيطلق على الحركات التى يميل فيها العضو المنبه بعيدا عن الضوء كالجذور .

أما فائدة هذه الحركات فواضحة ، وذلك أن سوق النباتات تستطيع بها أن تصل الى الضوء فتجعل الأوراق التى تحملها فى أليق موضع لقيامها بوظيفة "تثبيت الكربون" . وبه تستعين الجذور على التماس طريقها وتخلل شقوق الأرض المظلمة .

والظاهر أن أوراق البصل وتلك الأوراق السيفية الشكل العريضة من بعض ذوات الفلقة المفردة هيليوتروبية (تتأود بالضوء) مثل السوق ولكن غالب الأوراق الخضرية العادية من النباتات تسلك مسلكا يخالف الجذور والسوق فانها تدور أو تلتف أعناقها حتى تجعل السطح الأعلى من نصولها على زاوية قائمة مع الاتجاه الذى يقع به النور عليها . وتسمى أعضاء النبات التى تأخذ هذا الموضع بالنسبة للضوء الواقع "ضوئية التأود عرضيا" (Diaheliotropic)
ومن السوق قليل مثل سوق نبات حبل المساكين (Ivy) يكون متأودا ضوئيا عرضيا فتنمو على الحائط ملتصقة به ولا تحتاج الى معالجة خاصة لبقائها على تلك الصورة . على أن السوق الهليوتروبية العادية من أشجار الفواكه النامية فى مواقع مشابهة لتلك تنحنى مبتعدة عن الحائط فاذا أريد منع هذا الانحناء وجب أن يحافظ على النقط النامية حتى تبلغ أشدّها وتصلب
وقد دلت التجارب على أن أشعة الضوء الزرقاء والبنفسجية هى الأشعة الفعالة فى إحداث حركات التأود الضوئى . أما الأشعة الحمراء والصفراء فلا يردّ عليها .

تج ١٤٨ : ازرع بعض بزور من الخردل فى أصين صغيرين من أصص الأزهار ، عرض كل منهما ثلاث بوصات فاذا بلغ طول البوادر بوصة تقريبا فضع أحد الأصين فى صندوق شديد الظلمة وغط الآخر بصندوق مسودّ فى باطنه بدخان البترول ومثقوب فى جانب من جوانبه ثقبا يكون فى مستوى رؤوس البوادر تقريبا واترك البوادر بعد ذلك يوما أو يومين ثم قارن جهات نموّ سوقها فى كلا الأصين .

تج ١٤٩ : استنبت بعضا من بزور الخردل فى نشارة خشب رطبة فاذا بلغت جذورها الابتدائية بوصة أو بوصة ونصف فخذ بادرة منها أو اثنتين وأنزل جذورهما من ثقوب فى ورقة مقواة ثم سد الثقوب بعد ذلك بشئ من القطن لمنع البادرتين من الانزلاق ثم ضع الورقة المذكورة فوق كوبة ملئت بماء البئر بحيث تغمر الجذور فى الماء رأسيا .

وضع الجميع فى صندوق معتم به ثقب فى جانبه كالموصوف فى التجربة السابقة ودع البادرتين تموان يوما أو يومين ثم افحصهما بعد ذلك وأنظر هل الساق والجذر رأسيان كما كانا عند ما وضعا فى الصندوق أم لا ؟

تج ١٥٠ : افحص أنواع الجرانيوم (Granium) وغيرها من النباتات التى تنمى فى النوافذ ولاحظ كيف أن هذه النباتات تميل صوب الضوء .

ولاحظ أن الأوراق تجعل سطوحها العليا صوب الضوء . لاحظ أوراق فراخ حبل المساكين وغيره من النباتات التى تنمو ملاصقة للجدران ، تجد أن العليا صوب الضوء وانظر هل تنمو الأوراق جميعها على جانب واحد من سوق نباتاتها هذه ؟ هل انحنت الأعناق صوب جهة ما ؟

(٤) الحركات المحدثة ردّا لقوة الجاذبية — التأود الأرضى أو چيوتروپزم (Geotropism) .

مامن جسم على الأرض إلا وهو كأنه مجذوب صوب مركز الأرض بقوة تسمى "قوة جاذبية الثقل" . لهذه القوة تأثير منبه فى شتى أعضاء النباتات الحية وأغلب السوق الابتدائية تنمو رأسية الى أعلى ضد هذه القوة مبتعدة عن الأرض فاذا وضعت أفقية انحنت مناطق النمو بالقرب من أطراف السوق الى أعلى على مهل حتى تعود رأسية كما كانت . أما الجذور فتنمو الى أسفل مع القوة صوب مركز الأرض . فاذا وضعت جذور البوادر أفقية انحنت أجذاؤها النامية على عجل على شكل زاوية قائمة وأخذت شكلا رأسيا بحيث تكون أطرافها متجهة الى أسفل .

وتسمى الجذور "چيوتروپية" (Geatropic) أى متأودة للأرض أو متأودة أرضية موجبة فى حين أن السوق التى تنمو بعيدة عن الأرض تسمى "المتأودة الأرضية المبتعدة" أو "أپوچيوتروپية" (Apogeotropic) والمتأودة الأرضية السالبة .

وريزومات البطاطس وغيره من النباتات فى العادة متأودة أرضية عرضية (Diageotropic) فهى تنمو أفقية واذا وضعت رأسية أخذت فى الانحناء ببطء الى جانب حتى تكون مناطق النمو والأطراف موازية لسطح الأرض .

وتستمر هذه الحركات فى الظلام . وهى نتيجة تنبيه الجاذبية المؤثرة فى الأطراف الحساسة من السوق والجذور لا فى الأجزاء النامية التى تصبح منحنية .

ويظهر أن الفروع الثانوية الجانبية من الجذور أقل احساسا بفعل جاذبية الثقل من الأعضاء الابتدائية فان الجذور الثانوية تنمو الى أسفل مائلة فى التربة لا رأسية .

وشماريخ غالب الأزهار فى العادة متأودة أرضية مبتعدة أى أپوچيوتروپية ولكن احساس التأود الأرضى فى بعض الأحيان يتغير اذا تفتحت الزهرة . وكثير من صنوف الدفوديل (Daffodil) تصبح تأودية ضوئية عرضية اذا تفتحت الزهرة فتأخذ فوهة التويج موضعا متراوح الأفقية وتنحنى سوق القمح والشعير فى العادة الى أعلى عند الكعوب عند ما تنحنى الى جانب بسبب الريح أو المطر وقد تستقيم السلاميات والسنابل بعد أن ترقد النباتات اذا لم يحدث هذا الرقاد متأخرا .

والحركة المتأودة الأرضية المبتعدة فى سوق الغلال مسببة عن تنبيه جاذبية الثقل الذى يجدد النمو فى الأنسجة المكونة لقواعد الورقة المتنفخة الملاصقة للكعوب .

تج ١٥١ : أعد (تج ٩) ولاحظ المسلك الجيوترو بى الذى تسلكه جذور الفول المستعمل وســوقه .

تج ١٥٢ : ازرع فولة مدادة فى أص مملوء من ثرى البساتين واسـتبقها فى مكان مظلم . فاذا بلغت ساق البادرة بوصتين أو ثلاث فأرقد الأص على جنبه حتى تكون ساق البادرة أفقيـة ودعها تنمو فى الظـلام كما كانت . وافحصها بعـد بضع ساعات ولاحظ منحنى الساق واذكر أى أجزائها قد انحنى أكثر من غيره .

تج ١٥٣ : اقطع قطعة مسـتقيمة من ساق صـغيرة السن من نبات الشعير أو القمح وليكن فى هذه القطعة كعب حوالى منتصفها وأزل الطرف الأسفل المقطوع من ثقب فى سدادة فل يسمها فم زجاجة مفرطحة . واملأ الزجاجة بالماء وأزل السدادة والقشة فيها من فم الزجاجة المذكورة وضع الزجاجة على جانبها بحيث تكون قطعة الساق أفقية ودعها فى خزانة معتمة طول الليل وافحصها فى الصباح . وانظر هل القشة أفقية ؟

(٥) الحركات المسببة من اختلاف رطوبة التربة التأود . الرطوبى هيدروترو بيزم (Hydrotropism) — أطراف الجذور حساسة بما يحدث من التغيرات فى مقدار رطوبة التربة . فانها وهى نامية فى الأرض تميل نحو أكثر الأجزاء رطوبة وعليه فان جذور النباتات تضرب فى الأرض حتى تصل الى الآبار ومجارى المياه وأنابيب الصرف الى مسافة بعيدة عن المكان الذى قامت عليه السوق بعدا كبيرا .

الفصل الحادى والعشرون

التوالد REPRODUCTION.

١ — ان العمليات الفيسيولوجية التى سبق بحثها انما تعنى ببقاء حياة النبات ولا بد الآن من بحث عملية التوالد ، أى قوة اخراج أفراد جديدة منفصلة ، التى هى احدى الخواص العظمى التى للكائنات الحية .

هناك نوعان من التوالد فى النباتات الزهرية وهما (١) التوالد الخضرى (Vegetative Reproduction) و (٢) التـــوالد التزاوجى (Sexual Reproduction).

التـــوالد الخضـــرى

ان الأساس فى التوالد الخضرى انفصال أجزاء الآلات الخضرية من النبات انفصالا طبيعيا أو صـناعيا فينمو كل جزء منفصـل حتى يكوّن نباتا جديدا تاما . و يرى هذا الكائن الخضرى الطبيعى فى نبات البطاطس وذلك أن ريزومات أرضية نحيلة تنمو من النبات الأصلى وتغلظ وتكوّن درنات عند أطرافها وفى آخر الصيف يبيد النبات الأصلى تاركا وراءه الدرنات وحدها وهذه تنمو فى الفصل التالى حتى تكوّن نباتات جديدة منفصلة .

وتكاد النباتات ذات الريزومات الأرضـية المتنوعة تسلك هـذا المسلك فتموت الأجزاء الأصلية المسنة وتبقى الفروع الجانبية الحديثة ضاربة بجذورها فى الأرض لتحيا حياة الافراد المستقلة . والبراعم التى على الدفانات والمدادات من نبات الشليك تتأصل جذورها فى الأرض و بعد موت السلاميات العادية تكوّن نباتات منفصلة ومن الأمثلة على التوالد الخضرى ما يرى فى النباتات البصلية وذوات الكرمات (راجع صفحات ٥٢ — ٥٧) .

وتوجد، فضلا عن طرق الوالد الطبيعى المذكورة، طرق أخرى شتى من التوالد الخضرى الصناعى، فانه اذا وضعت قطع منفصلة من جذور كثير من النباتات أو من أوراقها أو من سوقها فى ظروف سيمر بك ذكرها أخرجت من الآلات ما يلزم لجعل هـذا الجزء نباتا تاما . فمن ذلك أنك اذا قطعت فراخ النبات ووضعتها فى تربة مناسبة أخرجت فى الحال مجموعا من جذور عرضية واذا عوملت قطع من الجذور بمثل هذه الطريقة أفرخت براعم تنشأ عنها فراخ ورقية . ويلاحظ أنه وان كانت الجذور قد تتكوّن اذا غرست أحدطرفى العقلة فى التربة فان خير نمو للجذور إنمـا يحدث اذا وضع فى الأرض ذلك الطرف من العقلة الذى كان أقرب الى جذر النبات الذى اقتطع منه . واذا دفنت عقلة جذرية فى التربة كان أشدّ نمو لجذورها يحصل من طرف العقلة الذى كان أقرب الى قمة الجذر . فأما الطرف الآخرفيخرج براعم عرضية . أما فراخ بعض أفراد الفصـيلة المخروطية وغيرها من النباتات ، فلا يظهر أنها قادرة على اخراج جذور ، ولا جذورها قادرة على تكوين براعم وعلى ذلك فان النباتات التى من هذا القبيل لا يمكن توالدها خضريا .

وأشيع الأمثلة على التوالد الخضرى الصناعى مايرى فى عملية تكثير النباتات بواسـطة العقل والترقيدات وفى عمليات التطعيم "بالعين" والتطعيم "بالقلم" التى يستعملها البستانية .

العقل (Cuttings) — يطلق لفظ "عقلة" على أى جزء من جذر أو ساق أو ورقة تقطع من نبات ويستعمل لغرض التكاثر . ومن النباتات قليل مثل أنواع البلارجونيوم له قدرة على تكوين براعم عرضية على أجزاء مقطوعة من جذورها ويمكن تكثيرها بواسطة العقل الجذرية . وأوراق أنواع البرابوفيللوم وغيرها من النبـات اذا قطعت على استطالة الأعيار (Mid, ribs) ودفنت

فى أرض رطبة أو وضـعت عليها ثم حفظت فى حرارة مناسـبة تخرج براعم وجذورا تمى نباتات جديدة عند النقط التى قطعت عندها أعيار الورقة . على أنه فى أغلب الحالات تختار فراخ لأجل العقل . وهى تعطى خير النتائج اذا قطعت تحت الكعب مباشرة إذ فى أغلب الأحوال لاتتكوّن الجذور العرضية إلا فى هذه النقط . أما العقل المأخوذة من النباتات العشبية الورقية فتوضع فى أرض رخوة دافئة لاسراع تكوّن الجذور وتحفظ فى جوّ رطب لمنع سرعة فقد المـاء بواسطة النتح أثناء الوقت الذى تكون فيه الفراخ بلا جذور .

وتشتمل العقل الخشبية على مقدار كاف من الزاد المختزن لتكوين النسيج الكنبى (Callus) والجذور . على أن العقل العشبية لاتشتمل فى العادة إلا على مقدار قليل جدا من المواد المجهزة . وعليه يجب تعريضها للضوء حتى يمكنها أن تقوم بعملية "تثبيت الكربون" .

والتين والرمان والأعناب سريعة التكاثر بواسـطة العقل وقد يمكن أيضا تكثير أنواع الكمثرى والتفاح مثل ذلك . ولكن انتاج هذه الأشجار للجذور غير مضمـون .

والعادة فى عقل أشجـار الفاكهة أن يكون طولها من ثمـانى بوصات الى عشرة وتأخذ من خشب السنة الماضية الذى تم بلوغه وبعد اعبال ورق الفراخ فى الخريف . ويجب قطع البراعم الموجودة على الجزء المغروس فى الأرض من الفرخ حيث يراد تجنب خروج الهراء (Suckers) ولا تترك على الجـزء الواقع فوق التربة إلا البراعم المحتاج اليها لتكوين النبات (شكل ٨١) .

وأسرع ماتتكوّن الجذور فى التفاح والكمثرى عندمايكون للعقلة "عقب" أى قطعة صغيرة فى قاعدتها من خشب الفرع الكبيرالذى كانت العقلة نامية عليـه .

واذا كانت درنات البطاطس كبيرة جدّا أو كان صنفها نادرا تقطع بالطول أحيانا بحيث يكون فى كل قطعة "عين" أى مجموع براعم . هذه العين تنمى نباتا جديدا اذا وضعت القطعة فى الأرض .

٥ ــ الترقيدات (Layers) ــ عملية الترقيد (Layering) عبارة عن حنى فرخ نبات ودفنه فى الأرض . هنا تخرج الجذور من الجزء المحنى بعد زمن ما ، يمكن بعده قطع الفراخ المسماة "ترقيدات" قطعا باتا عن أمها . وقد يكفى لابراز الجذور مجرد حنى الفرخ وتغطيته بتراب رطب دافئ . ولكن يغلب أن يضاف الى ذلك احدى الطرق الآتية لضمانة حسن تكوّن الجذر وهى : التلسين والتثليم والتدوير فى الترقيدة .

فأما "التلسين" فلفظ يطلق اصطلاحا على عملية اجراء شق مائل الى أعلى فى الترقيدة عند كعب من كعوبها (كما فى ا . شكل ٨٢) .

وأما "التدوير" فهو ازالة حلقة تامة من القلف أو الأنسجة حتى منطقة كامبيوم الساق بحيث يكون عرضها نصف بوصة .

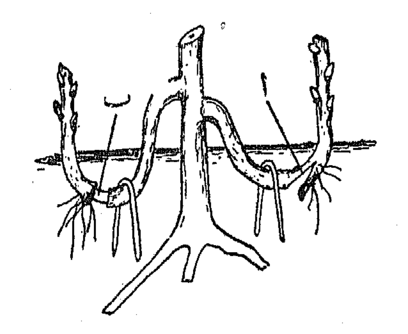
وأما "التثليم" فلفظ يراد به عمل قطع على شكل الرقم ٧ فى الساق .

كل هذه الحيل وغيرها مما هو مستعمل يعوق سيل العصارة المجهزة الى الوراء ، من طرف الفرخ الموجود فوق وجه الأرض . وتراكم المواد المجهزة فى جزء الفرخ الواقع فيما وراء القطع يدعو تبعا لذلك الى تكوّن جذور عرضية عليه .

والترقيد فى العادة أنجح منه فى التكثير بواسطة العقل إذ أن هذه عرضة للموت قبل أن يتكوّن جهاز جذرى واف بحاجاتها . أما فى عملية الترقيد فان الفرخ يبقى متصلا بأصله حتى تضرب جذوره . وفى هذه الأثناء يحصل

(شكل ٨١)

عقلة تبين تكوّن الجذور العرضية فى الأرض .



(شكل ٨٢)

رسم بيانى يمثل طريقة الترقيد .
(ب) فرع أجريت فيه عملية "التدوير" .
(ا) فرع أجريت فيه عملية التلسين .

منه على مائة وعلى مقـدار ما من المواد الغذائية وتكثر الأعناب بواسـطة الترقيدات وكذلك الأمر فى التفاح والكمثرى والبرقوق والسفرجل وغيرها من الأصول التى تستعمل للبرعمة والتطعيم . ويحصل ترقيد هذه الأنواع فى الخريف عادة ، وتترك الترقيدات متصلة بأمها حوالى اثنى عشر شهرا أو حتى يتكون لها جهاز جذرى صالح ثم يمكن بعده أن تقطع عن أمها قطعا باتا وتنقل حيث يشاء .

٦ — البرعمة والتطعيم (Budding and Grafting) — لعملية البرعمة ، يؤخذ برعم من نبـات و يرشق فى سـاق نبات آخر . فأما التطعيم فيؤخذ له جزء من فرخ عليه براعم عدة و يعالج بالطريقة السابقة و يسمى الفرخ الذى يرشق "بالطعم" (Graft) واذا أحكمت معالجة البرعم أو الطعم والساق المرشوق عليها اتحد بعضهما مع بعض اتحادا عضويا حتى يلوحا كأنما هما نبات واحد تمدّ جذوره البرعم أو الطعم المتصل به بالمـاء وغيره من مواد الأرض ، وتشتغل أوراق الفراخ الناشـئة من البرعم أو الطعم بصنع مواد لتغذية الجذور وانمائها . ولكن مهما يكن من الأمر فان الطعم والمطعم فى كل الأحوال تقريبا يحفظان خصائصهما المورفولوچية الفردية ، فيسلكان من هذه الوجهة مسلك نباتين مفترقين متميزين .

و يقال ان من النباتات المبرعمة أو المطعمة ما يخرج فراخا تشابه الطعم والمطعم عليه معا فى شكل أوراقهما ولون أزهارهما وغير ذلك من الصفات المورفولوچية . و يسمى الفرخ الناتج على هذا النحو "بالهجن الطعمى" (Plant Hybrid) على أن هذا نادر الحدوث .

والبرعمة والتطعيم عمليتان أشيع ما تجريان فى ذوات الفلقتين من النباتات الخشبية على أنه قد تتحد النباتات العشبية اتحادا يرتاح اليه . أما محاولة تطعيم ذوات الفلقة المفردة فيندر نجاحها .

وقد يطعم نوع من النباتات على نوع آخر متميز عنـه تميزا تاما ، كتطعيم الخوخ على البرقوق والتفاح على الكمثرى والكمثرى على السفرجل ، والطماطم على البطاطس . وفضـلا عن ذلك فان من الأنواع التابعة لأجناس مختلفة ما يمكن اتحاده ونمـاؤه نمـاء صالحا . على أنه يظهر أنه لا يمكن نجاح تطعيم النباتات بعضها على بعض حتى تكون من عشيرة أو فصيلة واحدة .

واذا قيل ان صنفا من الكمثرى سواء طعم على سـفرجل أو تفاح أو غير ذلك من الأصول يبقى محرزا كل الصفات الخاصة التى من أجله غرس فان الطعم نفسه يعتوره شيء من التغير فى حجم ثمرته ومذاقها وفى ابدار قوّة حمـله أو تأخرها وفى عادة نموّه وغير ذلك من الأمور بتأثير الأصـل المطعم عليـه . ويلاحظ مثل ذلك التأثير الناشئ عن الأصـل فى الطعم وفى نتاجه فى أغلب أشجار الفواكه الأخرى والظاهر أن لهـذا الأمر علاقة بصعوبة نقل المواد الزادية من خلال الزيلم عند نقطة اتحاد الطعم بالأصل .

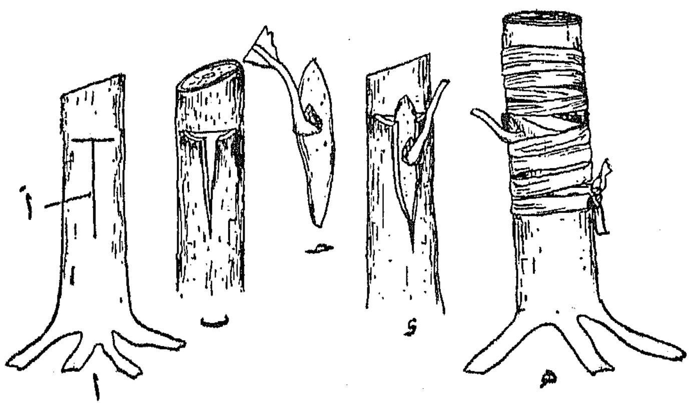
والعادة فى أشجار الفواكه وهى على جذورها أى وهى غير مطعمة أن تكون أقل حملا وأحط صـنف ثمرة ممـا يجنى منها اذا طعم نوعها على أصـل آخر منـاسب .

ولانتاج أشجـار من الكمثرى قصـيرة الطول تبكر بحملها ، تطعم الكمثرى فى العادة على السفرجل وكذلك الأمر فى التفاح فانه يطعم على صنف البراديز (Paradise) وهو قصير القامة جذوره سطحية .

وكثيرا ما تستعمل سوق برقوق ماسل (Mussel) وسان چوليان (St.-Julien) أصـولا للبرقوق . وهناك طرق شتى كثيرة جدا يجرى عليها فى تهيئة البراعم والطعوم وغرسها .

أمام صفحة ٢٥٢

(شـــكل ٨٣)



(شـــكل ٨٤)
رسم بيـانى يمثـــل طريقة برعمة شائعـــة .

وأشيع الطرق المتخذة لتكثير أشجار الفواكه والورود بواسطة البرعمة هى الطريقة المعروفة "بالبرعمة الدرعية" (Shield-budding) وهذه تجرى عادة عند ما يمكن فصل قلف المطعم على خشبه بسهولة على امتداد حلقة الكامبيوم المتنشط . ويجب أن تكون البراعم المنتخبة براعم خشبية بالطبع وأن تؤخذ من فراخ خرجت فى العام نفسه . و ينبغى أن لاتكون صغيرة السن أو كبيرتها ولذا فانها تقطع من الجزء الأوسط الواقع فى منتصف الفرخ حيث يكون الخشب قد أدرك نصف درجة البلوغ .

أما البرعم الذى يراد استعماله فيجب أن يقطع من الفرخ الصغير على الصفة المبينة عند (ا ب . شكل ٨٣) وذلك أن تفصل مع البرعم قطعة من القلف على صورة الدرع ومعها جزء صغير من خشب الفرخ ينزع من القلف بعد ذلك باحتراس وإلا فانه اذا نزعت قطعة الخشب المذكورة ونزعت معها اسطوانة البرعم الوعائية الابتدائية أى محوره بدا البرعم أجوف اذا نظر اليه من الباطن وأصبح عديم الفائدة إذ أنه فى هذه الحالة لا يستطيع النمو ولا التكشف . أما الورقة التى يكون البرعم ناميا فى ابطها فتقطع كما فى ﺟ بحيث يترك من عنقها ثلاثة أرباع بوصة متصلة بالقلف . فاذا تم هذا عمل شق على شكل T (ا . شكل ٨٤) فى الأصل المراد التطعيم عليه ويرفع القلف بلطف كما فى ب . ويؤتى بالبرعم المجهز ويرشق فى الشق كما هو مبين فى ى ثم يربط الكل ربطا محكما ويلف عليه بشريط من القطن أو بما ماثله حتى يضم الأجزاء المجروحة بعضها الى بعض ضما شديدا . أما البرعم نفسه فيبقى مكشوفا (ﻫ . شكل ٨٤) .

وبعد البرعمة بثلاثة أسابيع أو شهر يفك الرباط أو يراخى ولا يصح بعد قطع الجزء الأعلى من الأصل المطعم عليه فى الربيع أن يسمح بنمو شئ إلا البرعم الذى طعم .

وفى عمليات البرعمة التى تجرى بالصفة المذكورة يصبح النسيج اللائم أى الكنب الذى يكونه كامبيوم البرعم المنقول متحدا مع كنب كامبيوم الأصل الذى طعم عليه البرعم . وبما أن سطوح الكامبيوم المجموعة بعضها الى بعض كبيرة فلا غرو اذا حدث إثمارها على عجل إثمارا صالحا .

أما عملية التطعيم فمدارها اتخاذ قطعة صغيرة من الفرخ المعنى ، عليها برعمان أوثلاثة أو أربعة ، بالأصل . وفى تطعيم أشجار الفاكهة تقطع الطعوم من فراخ السنة الماضية قبل ابتداء النمو الخضرى . وتوضع بعد ذلك فى رمل رطب أو فى ثرى من ثرى البساتين فى الجهة البحرية من جدار ، أو تبقى فى مكان بارد حتى لا تجف . ولكى تبقى ساكنة حتى يحتاج اليها فى أوان اجراء عملية التطعيم .

ويقطع الجزء الأعلى من الشجرة أى رأسها قطعا باتا فوق النقطة التى يراد تطعيم الطعم فيها بقليل ويجب أن يجرى هذا قبل أن يبتدئ النمو فى الربيع . وهناك طرق كثيرة لاتحاد الطعم بالأصل يجريها البستانية على أنه لابد من ذكر أن النسيج الكنبى الذى يحدث الالتحام ينشأ على الأخص من كامبيوم الطعم والأصل والخلايا المتأخمة للكامبيوم مباشرة ؛ أما الخشب المدرك القديم فلا دخل له فى هذه العملية .

وأشيع الطرق المستعملة فى التطعيم هى :

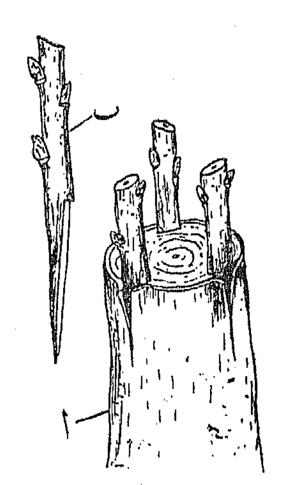
(١) التطعيم اللسانى .

(٢) « التاجى .

فأما الأول فيستعمل حينما يكون حجم الطعم والأصل واحدا تقريبا ؛ وأما الثانى فيلجأ اليه عند مايكون الطعم أنحف من الأصل المراد التطعيم عليه .

(شــــكل ٨٥)

رسم بيانى يرى طريقة التطعيم التلسينى . (١) الأصل ا و الطعم ب منفصلين . (٢) الأصل والطعم متلابسين قبل ربطهما .



(شــــكل ٨٦)

رسم بيانى يمثل طريقة التطعيم التاجى . ب = طعم مجهز ؛ ا = أصل غرز به ثلاثة طعوم .

وفى التطعيم اللسانى يقطع الطعم أولا ثم يقطع و يبرى طرف منه بميــل طوله بوصتان أو ثلاث ثم تعمل فيه بخوة (كما فى ب . شكل ٨٥) .

و يعالج الأصل بنفس الطريقة حتى اذا وضع الطعم عليه ناسب أحدهما آخر (كما فى ٢ . شكل ٨٥) ثم يربط الجزءان بعضهما مع بعض ربطا محكما ، و يغطى الجرح إما بشمع التطعيم أو بالطين لمنع دخول الهواء والمطر و بمجرد تكشف البراعم الموجودة على الطعم عن فراخ طول كل منهما ست بوصات أو ثمـان ينزع الرباط والغطاء باحتراس و يربط الطعم والأصل الى دعام حامل .

وفى التطعيم التاجى يقطع طعم أو أكثر و يعـمل فيه قطع مائل ثم يرشق فى شقوق طولية طولها بوصتان فى قلف الأصل المطعم كما هو مبين فى شكل (٨٦) وتربط الأجزاء المجروحة بعد ذلك وتغطى بالطين أو الشمع كما سبق الوصف فى التطعيم اللســانى .

واعلم أن مايخرج من البصلات أو الدرنات أو العقل وكذا البراعم والطعوم ليس فى الحقيقة نباتا جديدا وإنمـا هو امتداد من جسم الأم التى أنتجتها يحرز نفس الصفات المورفولوچية والفيسيلوچية التى للنباتات التى أخذت منها إلا فيما ندر . وما من صفة تجعل الأم قيّمة إلا وتوجد فى النباتات المشـتقة منها بواسطة الطرق الشتى التى سبق وصفها . ولهذا الأمر على الأخص يستفيد الفلاح والبستانى ومربى النباتات من قوة التوالد الخضرى . وتختلف النباتات المحدثة من بزور أصناف منتخبة من التفاح والكمثرى وغيرها من أشجـار الفاكهة اختلافا كبيرا عن أمهاتها و يرى مثل هذا البون بين الأم والابن اذا قورنت بوادر الكريزانتين (Chrysanthemums) والدهليا (Dahlia) والبطاطس وكثير غيرها من النباتات المزروعة ، بأسلافها .

وعليه فان توليد النباتات بواسطة البزور فى مثل هذه الأحوال لا يمكن أن يعتمد عليه كواسطة للحصول على عدد من النماذج كل منها يشبه الأم . لذا كانت الطريقة الوحيدة للحصول على الغرض المطلوب هى الاستفادة من قوة التوالد الخضرى .

وللتوالد الخضرى فضل آخر هو اقتصاد الوقت اذا كان الغرض سرعة تكثير بعض أنواع النباتات فانك اذا أردت الحصول على مغل ثمين من البطاطس بواسطة بزور أنفقت خمس سنوات أو ستا ، وقد تنفق من الزمن فوق ذلك لانشاء بستان من أشجار الكمثرى أو التفاح اذا غرست به بزورها . ولكنك اذا استعملت الدرنات فى الأول ، والتطعيم على أصول مستقرة بلغت غايتك فى وقت قصير .

ويقتصد الزمن أيضا اذا ولد الشليك من مدادات متفرقة بعضها عن بعض بدلا من البزور ، وكذلك الأمر اذا استعملت البصلات فى تكثير أصناف النرجس بدلا من البزور .

تج ١٥٤ : افحص عقل وترقيدات من البلارجونيوم والأعناب والتين وغيره مما تصل اليه يدك بعد اذ تكون جذورها قد ضربت فى الأرض واعمل رسوما عن أطرافها التى أرسلت جذورها .

تج ١٥٥ : يجب أن يكلف كل طالب ببرعمة وردة وتطعيم شجرة من أشجار الفاكهة .
افحص المعالم الخارجية من الأشجار المبرعمة أو المطعمة فى البساتين والحدائق وأنظر هل يمو الأصل والطعم فى الثخانة بنسبة واحدة أم لا ؟

الفصل الثانى والعشرون

التوالد

تتمة

التوالد التزاوجى (Sexual Reproduction.)

١ — ان الأساس فى التوالد التزاوجى فى النباتات وفى الحيوانات أيضا هو امتزاج نوعين خاصين من الخلايا أحدهما خلية توالدية ذكرية والآخر خلية توالدية أنثية تكوّنان بعد امتزاجهما التام أى اختلاط أجزائهما بعضهما ببعض خلية مفردة قادرة على النمو الى كائن جديد حى .

أجل ، ان الخلية الأنثية فى أحوال التوالد البكر (Parthenogenesis) تتكشف عن نبات جديد بغير سبق اتحاد مع خلية ذكرية ولكن هذا أمر استثنائى بحت ، إذ القاعدة أنه لا الخلية الذكرية ولا الخلية الأنثية قادرة على التكشف بذاتها بل انما يكون ذلك بعد ان تجرى عملية الاخصاب (Fertilisation) أى اتحاد الخلية الذكرية مع الخلية الأنثية . هنا تمو الخلية الأنثية حتى تصبح نباتا جديدا وهاتان الخليتان المتحدتان أى الجميطتان كما يطلق عليهما (Gametes) تخلقان فى آلات توالدية تختلف صورها فى عالم النبات اختلافا كبيرا .

أما نحن فلا نستطيع الآن إلا أن نعنى بالخلايا التزاوجية والآلات التوالدية من النباتات الزهرية العادية .

آلات التوالد فى هذه النباتات هى الأجزاء الجوهرية من النباتات الزهرية كما مرّ بك فى الفصل السادس . فالأسدية هى الآلات الذكرية والقربلات هى الآلات الأنثية .

والخلية التوالدية الذكرية محتواة فى حبوب اللقاح المتخلق فى الأسدية . أما الخلية التوالدية الأنثية فمحتواة فى باطن المبيض كما سيمر بك الشرح .

٢ — بناء حبة اللقاح و إنباتها — تختلف حبوب اللقاح فى صورتها وحجمها ولونها اختلافا كبيرا ، على أنها فى العادة أجسام بيضية أو كروية ضاربة الى الصفرة . ويتكوّن ظاهر الحبة عادة من غطاء خلووزى مكوتن (Cutinized) سميك يسمى "الأكسين" (Exine) أى الظرف الخارج ، منمق فى العادة بعلامات سميكة شوكية الشكل أو نتؤلولية أو شبكية وترى عليه هنا وهناك سطوح رقيقة مرتبة ترتيبا منتظما قليلا أو كثيرا . ويبطن هذا الغطاء الخارجى الواقى غشاء خلووزى غض شفاف يسمى "الأنتين" (Intine) أى الظرف الداخل (شكل ٨٧) .

وجوف الحبة مملوء من السيتوبلازم وهذا توجد فيه نواتان تمثلان خليتين ليس بينهما جدار . احداهما (س) هى الخلية التناسلية أو الخلية التوالدية الذكرية . أما الأخرى (ب) فتسمى "الخلية الخضرية لحبة اللقاح" .

و يغلب أن يوجد النشا والسكر والزيت وغيرها من المواد الزادية فى السيتوبلازم واذا وضعت حبة اللقاح فى محلول مخفف من السكر وحفظت على درجة حرارة مناسبة امتصت من مائه وأخرجت جسما على شكل أنبوبة نحيلة مسدودة تسمى "أنبوبة اللقاح" (بل) وهى تنمو من الخلية الخضرية للحبة وقد يبلغ طولها فى بعض الظروف بضع ملليمترات . وأنبوبة اللقاح

(شكل ٨٧)

(١ ، ٢) حبوب لقاح نوع من الزنبق بها أكسين مشبك ترى عليه نقط صغيرة من الزيت .

(٣) قطاع من حبة لقاح : ا = أكسين ؛ ب = انتين ؛ د = نواة الخلية الخضرية ؛ س = نواة الخلية التناسلية .

(٤) حبة لقاح نابتة . بل = أنبوبة لقاحيّة ؛ د = نواة الخلية الخضرية ؛ س . س = نواتان متكونتان بانقسام نواة الخلية التناسلية .

نتوء من الطرف الداخلى ويخرج من خلال الأمكنة الرقيقة أو المنوعة فى الظرف الخارجى من الحبة .

وتسـير النواتان الموجودتان فى حبـة اللقاح أثناء إنباتها فى أنبوبة اللقاح وينتهى الأمر بنواة الخلية الخضرية الى التحلل والاختفاء . أما نواة الخلية الذكرية أى الخلية التناسلية فتنقسم الى قسمين (س س رقم ٤، شكل ٨٧) يدخلان فى عملية الأخصاب التى سيمرّ بك شرحها فيما بعد .

تج ١٥٦ : هز حبوب اللقاح من متوك أزهار الخيار والكبسلا والجعضيض والتفاح وأى زهرة أخرى تصل اليها يدك . ثم انقل اللقاح على لوحة زجاجية .

(١) افحص اللقاح بالشيئية الضعيفة من المكرسكوب بحيث يقع النور عليـه من أعلى . وتبين لونه واعمل رسوما عن شكل نظام العلامات الموجودة على الجدار الخارجى .

(٢) هيىء قليلا من كل نوع من أنواع اللقاح الذى عندك فى المـاء أو فى الكؤل وافحصه بالشيئية الضعيفة ثم القوية .

تج ١٥٧ : اعمل محـاليل من سـكر القصب قوتها ٣ و ٥ و ١٠ فى المـائة ، وضـع بعضا من كل منها فى زجاجة ساعة على حدة . وضـع عليها قليلا من حبوب اللقاح وغط كل زجاجة منها بمثلها وابق جميع ذلك فى ظلام غرفة دافئة . ثم افحص بعضا من حبوب كل زجاجة بالشـيئية القوية بعـد اثنتى عشرة ساعة أو ثمـانى عشرة ساعة ولاحظ خروج الانابيب اللقاحية من كثير منها .

٣ — البيضة وبناؤها .

البيضات كما مرّ بك فى الفصـل السادس هى أجسام دقيقة مسـتديرة أو بيضـية توجد فى قربلات الزهرة . والغالب فيها أن تكون كل بيضـة مربوطة بمشيمة القربلة بواسطة عود قصير هى السُّر .

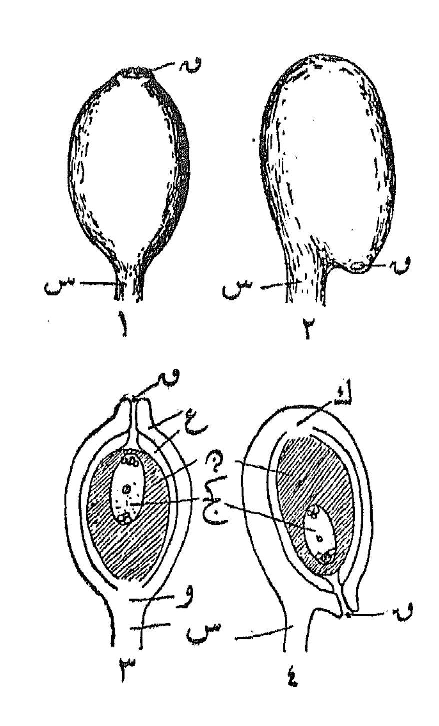
ويشتمل الجزء المهم من البيضة على نسيج برنشيمى رقيق الجدر فى وسطها يسمى "النوسيلة" (Nucellus) (ن . شكل ٨٨) حولها غطاء أو اثنان

نما من قاعدة النوسيلة ليغطيها جميعها إلا عند قمتها حيث توجد قناة ضيقة جدّا هى النقير .

وبيضات النباتات الخيمية وكذا غالب ذوات الفلقتين ذات الأزهار المتحدة البتلات ليس لها غطاء واحد ، فأما بيضات ذوات الفلقة المفردة وغالب ذوات الفلقتين عديمة البتلات وكذا عديدة البتلات فلها غطاءان .

وتسمى نقطة (ك) حيث تتحد الأغطية ونسيج النوسيلة "كلازه" (Chalaza) البيضة .

وتختلف أشكال البيضات باختلاف أكثر النباتات . أما السر والكلازة والنقير فى نبات الرومكس والسيوليجونوم فهى كلها على خط مستقيم (كما فى ١ . شكل ٨٨) . وتسمى مثل هذه البيضات "معتدلة" (Orthotropous) . واذا انقلبت البيضة أثناء نموها (كما فى ٢ . شكل ٨٨) ، وقع النقير ملاصقا للسر ويرى هذا فى غالب النباتات الزهرية العادية وتسمى مثل هذه البيضة "منعكسة" (Anatropous) . والبيضات فى نباتات الفصيلة الصليبية وكذا فى الفصيلتين البنجرية (Chenopodiaceæ) والـ (Caryophyllaceæ) كاوية الشكل قليلا أو كثيرا وتكون النوسيلة والأغطية فيها منحنية أو منثنية وتسمى البيضات إذ ذاك "منحنية" (Compylotropous) . وفى أوائل نمو البيضة تظهر خلية كبيرة خاصة فى نسيج النوسيلة عند نقطة قريبة من نقير البيضة تسمى "بالكيس الجنينى" وينشأ فى هذا الكيس متسق من خلايا سبع وذلك أن نواة كيس الجنين الأولية تنقسم أولا ثم يسير النصفان الى طرفين نقيضين فى الخلية . ثم ينقسم كل نصف فى مكانه أربعة أقسام فتتجمع فى الخلية ثمان نوى لكل منها جزء من السيتوپلازم المصاحب لها . وبعد ذلك تجرى واحدة من النوى من الطرف الكلازى وواحدة من الطرف النقيرى راجعتين



(شـــكل ٨٨)

(١) منظر خارجى لبيضة أورثوتربية أى معتدلة .

(٢) منظر خارجى لبيضة أناتروبية أى منعكســة .

(٣) قطاع طولى من ١ .

(٤) قطاع طولى من ٢ . س = سر ؛ ف = نقير ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغطية البيضة ؛
د = نواة ؛ كج = كيس جنينى .

الى المركز تمتزجان بعضهما مع بعض فتكوّنان ما يسمى "نواة الكيس الجنينى الثانوية أوالنهائية" (Defintive) (و . شكل ٨٩) .

أما النوى الثلاث الموجودة عند طرف الكيس الجنينى على أبعد ما تكون من النقير فتصبح محوطة بمقــدار ما من السيتوپلازم ثم تنشئ لنفسها جدرا خلوية ، وتسمى الخلايا المتكوّنة إذ ذاك "سمتية" (Antipodal) .

(٢) أما الخلايا الموجودة عند الطرف القريب من النقير فان النوى والسيتوپلازم المصاحب لهــا يبقى بلا جدر خلوية وتكوّن ما يسمى " جهــاز البيض " (Egg-apparatus) . من هذه الثلاثة اثنتان تسمى كل منهما "مساعدة" (Synergidae) فأما الثالثــة فتسمى "البويضة" (Ovum) أو "الخليــة البيضية" أو " الكرة البيض " (Oosphere) (كج) والبويضة هى الخليــة الأنثية التوالدية الأنثية الخاصة فى النبات التى بعد امتزاجها مع الخلية الذكرية التوالدية من الحبــة اللقاحية تدخل فى حياة جديدة وتنمو حتى تتكشف عن نبات جديد .

تج ١٥٨ : اســتخرج بيضات من مبايض أزهارها حديثة التفتح من نباتات البازلاء والفول وغيرهما ممــا يعادلها فى الحجم ، وذلك بواســطة استعمال الأبر . ثم ثبت ذلك فى نقطة من المــاء وافحصها بالشيئية الضعيفة وتبين السر وكذا موقع النقير .

تج ١٥٩ : اقطع قطاعات عرضــية من هذه المبايض وثبت هــذه القطاعات فى محلول من الصودا الكاوية قوّته واحد فى المــائة وتبين صورة البيضات و بناءها واتصالها بالقربلات واعمــل عن ذلك رسوما .

تج ١٦٠ : ضــع بعض أزهار من أزهار القطن أو الكتان تكون قــد تفتحت توا فى كؤول مثل (Mythylated Alcohol) و بعد تجميدها بضعة أيام اقتلع البتلات والأسدية واقطع بعض قطاعات عرضية فى القربلات بواسطة موسى مبللة بالكؤول . هنا تمر بعض القطاعات خلال البيضات الموجودة فى باطن القربلات . انقل القطاعات الى زجاجة ساعة تشتمل على مخــلوط متساوى الأجزاء من الكؤول المثل والجليسرين : ثم انتخب قطاعا أو اثنين يكونان قدمرا بالبيضات وثبتهما فى نقطة من الجليسرين النقى .

(١) افحص بالشيئية الضعيفة وارسم :

(١) قطاع جدار القربلة .

(٢) البيضة الأناتروبية وسرها .

(٣) كيس الحبتين .

(٢) افحص كيس الحبتين بالشيئية القوية وارسمه وانظر فى باطنه الى :

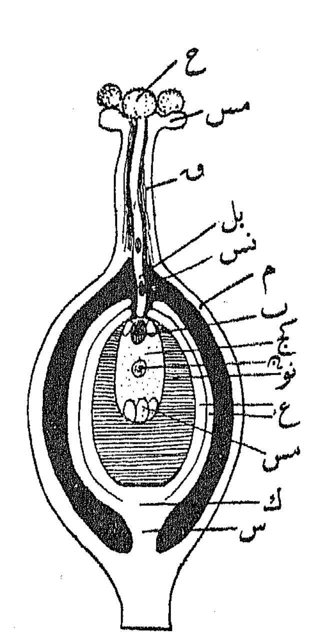
(١) النواة النهائية المركزية (الثانوية) .

(٢) النوى السمتية فى طرف من الكيس .

(٣) البويضة والمساعدتين فى الطرف الآخر .

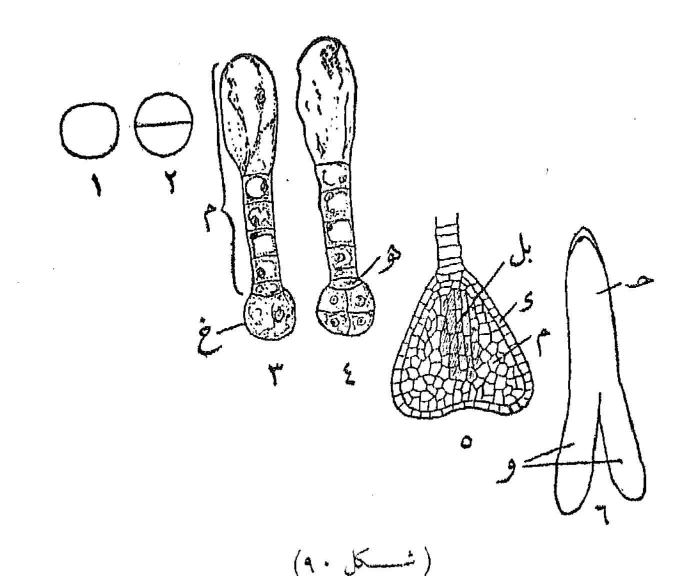
٤ — الأخصاب وتأثيراته — اذا وضعت حبة اللقاح على ميسم قربلة زهرة ملائمة أنبتت وأنشأت أنبوبة لقاحية تخترق أنسجة الميسم وتمو نازلة فى القلم حتى تنتهى الى جوف المبيض . ويختلف الوقت الذى يستغرقه هذا الأمر بين بضع ساعات وأسابيع تبعا لنوع النبات .

وتهتدى الأنبوبة اللقاحية فى سيرها، بطريقة لم تدرك تمام الادراك، الى نقير البيضة ثم تتصل فى النهاية بقمة الكيس الجنينى ملاصقة للجهاز البيضى (شكل ٨٩) وعند وصولها الى هذه النقطة يتحلل طرفها وتسير احدى الخلايا اللقاحية الموجودة فى حبة اللقاح من طرف الأنبوبة المفتوح حتى تلتقى بالبويضة. عندئذ تندمج الخلية التناسلية والبويضة بعضهما فى بعض وتكونان خلية واحدة، بامتزاج أجزائهما واشتباكها. هذا الاندماج، اندماج (Fusion) خلية تناسلية بالبويضة، هو الصورة الجوهرية من الفعل التزاوجى ويعبر عنه "بالأخصاب" .



(شـــكل ٨٩)

رسم بيانى لقطاع طولى من قربلة تشتمل على بيضة معتـدلة : يرى نظام مختلف الأجزاء وقت الاخصاب ؛ م = مبيض ؛ ك = قلم ؛ مس = ميسم القربلة ؛ ح = حبة لقاح نابتة على الميسم ؛ بل = أنبوبة اللقاح ؛ نس = نواة تناسلية ؛ س = سر ؛ ك = كلازة ؛ غ = أغطية البيضة ؛ نو = نوسيلة ؛ كج = كيس جنينى ؛ ب = خلية بيضية ؛ د = النواة النهائية ؛ مس (بعدع) = خلايا سمتية .



(شـــكل ٩٠)

(١) رسم بيانى عن الخلية البيضية . (٢) الخلية بعد الانقسام الأول . (٣ ، ٤) المعلق (م) والخلية الجنينية (خ) فى الكبسلا . فى ٤ تلوح الخلية الجنينية بعد حصول الانقسام فيها . هـ = هيبوفيسس (٥) طور متأخر من تكشف الجنين مبين فيسه جزء من المعلق لا يزال موصولا به ؛ ى = درماتوچين ؛ م (فى ٥) = بريبلم ؛ بل = بليروم الجنين . (٦) جنين مستكمل النمو . (حـ) جذيرة ؛ و = فلقتان .

وقد وجد حديثا أن النواة التناسلية الثانية الموجودة فى الحبة اللقاحية تندمج فى بعض الأحوال مع النواة النهائية (الثانوية) فى باطن الكيس الجنينى ولعل هذه العملية الاخصابية المزدوجة عامة فى كل النباتات الزهرية واذا لم تخصب البويضة ذبلت هى والبيضة جميعها وماتتا ولكنه بمجرد حدوث الأخصاب تشرع البويضة فى الانقسام والنمو والتكشف عن نبات جنينى فتصبح البيضة جميعها فى النهاية بزرة .

أما نمو الجنين فى نبات ذى فلقتين من بويضة مخصبة فيمكن دراسته بسهولة فى الحشيش المعروف "بالكبسلا" . وذلك أن الخلية البيضية تحيط نفسها أولا بجدار خلوى ثم تنقسم الى خليتين : فالعليا منهمـا وهى التى تكون أقرب الى النقير تنشئ ، بواسطة انقسامات عرضية أخرى ، صفا واحدا من الخلايا يسـمى " المعلق " (Suspensor) (م . شكل ٩٠) وأما الثانية وهى الخلية السفلى الكرية (خ) فتحمل عنـد طرف الصـف المعلق الى مسافة ما حتى تنزل فى جوف الكيس الجنينى ، وتسـمى "خلية الجنين" اذ أن منها يتكون الجنين كله إلا طرف الجذر ورأسه .

وتنقسم الخليـة الجنينية المفردة فى ثلاث جهـات بحيث تتكون ثمـانى خلايا : أربعة منها ، وهى أقربها الى المعلق ، تحدث بواسطة استمرار الانقسام ما يسمى "بالسويق الجنينية السفلى والجذير" أما الأربعة الباقية فتنشئ فلقة الجنين وريشته . أما طرف الجذير وقلنسوة الجذر فينشآن من انقسـام الهيبتوفيسس (Hyptophysis) أو الخلية الطرفية (هـ) من المعلق .

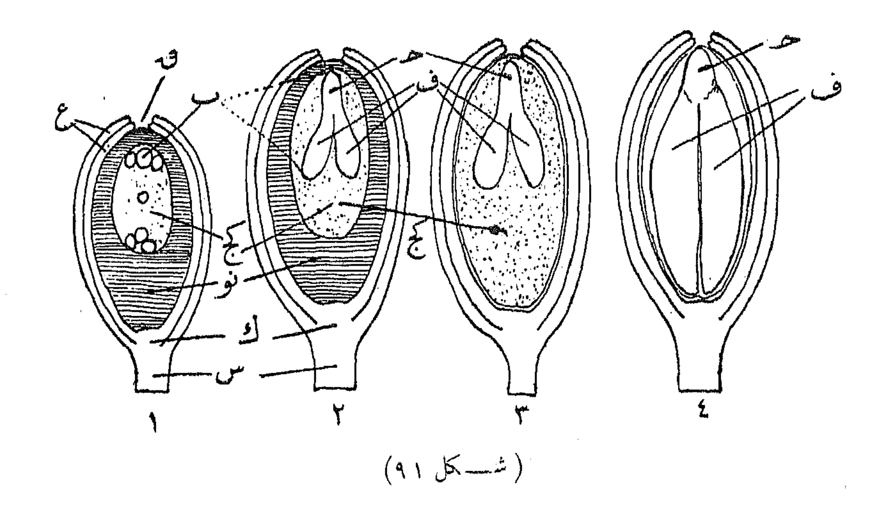
تج ١٦١ : اقتطف من نبات كبسـلا مبيض زهرة سقطت عنها بتلاتها توا افتحه وأزل منه بابرة بعض بيضاته ، وضـع واحدة منها أو اثنتين فى نقطة من المـاء على لوحة زجاجية وغطها بزجاجة شيئية .

(١) افحص بالشيئية الضعيفة وارسم أجزاء بيضة واحدة وسرها .
(٢) اضغط بلطف على الزجاجة الشيئية بطرف قلم رصاص لكى تفقأ البيضة وحاول بالشيئية الضعيفة أن تجد الجنين والمعلق (كما فى ٣ و ٤ من شكل ٩٠) بين المشتملات التى فقئت . فاذا وجدتهما فافحصهما بالشيئية وارسمهما .
(٣) أعد مافات على بيضات مأخوذة من مبايض أكبر منها سنا على التدريج وتأثر خطى نمو الجنين الى الوقت الذى ترى فيه الفلقتين والجذير رؤية واضحة تحت الشيئية الضعيفة .

فى الوقت الذى يكون فيه نمو الجنين سائرا تحدث فى الكيس الجنينى وفى نواة البيضة تغيرات كثيرة فتتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السمتية عادة وتختفى . أما نواة الكيس الجنينى الثانوية فتندمج مع احدى الخلايا التناسلية من الحبة اللقاحية وتنقسم النواة المركبة الناشئة من هذا الاتحاد انقسامات متوالية حتى يتكون عديد من الخلايا العادية ، تنشأ بينها فى النهاية جدر خلوية ويكون الجميع عندئذ نسيجا برنشيميا داخل الكيس الجنينى يعرف "بالاندوسبرم" (كج . شكل ٩١) وهذا يخزن مع المواد الغذائية التى يعيش عليها الجنين أثناء تكشفه .

فى القمح والشعير والبصل وغيرها من أنواع النباتات لا يحلل الجنين ويستنفد كل الاندوسبرم قبل نضج البزرة وعلى ذلك يوجد فى البزرة البالغة مقدار ما من الأندوسبرم (٣ . شكل ٩) أما فى غيرها من النباتات كالفول والبازلاء واللفت فان الجنين وهو ينمو يمتص كل الأندوسبرم والنوسيلة تقريبا ويستعملها قبل نضج البزرة لذلك لا تحتوى بزور هذه النباتات إلا قليلا من النسيج الأندوسبرمى وقد لا تحتوى شيئا بتة ومن هنا سميت "لاأندوسبرمية" (٤ . شكل ٩١) .

والغالب فى نسيج النوسيلة أن يتحلل و يمتص أثناء نمو الجنين ولكنه يمتلئ فى بعض النباتات بالزاد ويوجد فى البزرة الناضجة : ويسمى هذا النسيج النيوسيلى المملوء "بيريسبيرم" (Perisperm) (نو و ٢ . شكل ٩١) .



(شـــكل ٩١)

قطاع طولى بيانى من بيضة (١) والبزور (٢ ، ٣ ، ٤) التى يمكن اشتقاقها منها . ب = الخلية البيضية التى تصبح بعد الاخصاب جنين البزرة ؛ ق = نقير ؛ ك = كلازة ؛ س = سر ؛ غ = أغطيـة البيضة ؛ كج = كيس جنينى ؛ نو = نوسيلة ؛ ح = جذير الجنين ؛ ف = فلقتا الجنين .

(٢ ، ٣) بزور اندوســـبرمية موجود فيها أنسجة مشتقة من النوسيلة ، والكيس الجنينى موجود فيها . فى ٢ يسمى النسيج نو = بريسبرم . وهو مفقود من ٣ . فى ٣ يوجد النسيج الاندوسبرمى كج الناتج داخل الكيس الجنينى وحده مع الجنين .

(٤) بزرة غير اندوسبرمية . وليس بها بريسبرم ولا اندوسبرم .

و يترتب على الأخصاب تولد الجنين ، وهو ينبه النمّو فى الأجزاء الأخرى من البيضـة بحيث انها تحوّل فى النهاية الى بزرة واليك بيان الأجزاء المتقابلة فى الجنين والبزرة :

البيضـــة	الـــبزرة
الخلية البيضية أى البويضة...	تصبح جنينا
الأغطية	« أغطية البزرة أى القصرة
النقـــير	« النقـــير
السر	« السر

أما البزور الأندوســبرمية فقد يكون الأندوسبرم فيها عبارة عن نسيج اختزانى تكوّن فى الكيس الجنينى وربمـا كان النسيج الاختزانى ناشـئا عن النوسيلة وفى هذه الحالة يكون هو "البريسبرم" .

وبعض الحبوب يكون فيها الاندوسبرم والبريســبرم معا . وبعد حصول الأخصاب يذبل قلم القربلات وميسمها وتسقط وكذا تويج أكثر الأزهار الظاهرة ؛ والمنبه الذى يحدثه الفعل التزاوجى يدفع البيضة الى النمّو وينتقل مثل هذا التأثير الى أنسجة جدر المبيض فتنمو هذه وتتمدّد وتسمح للبزور التى فى جوفها بالنمّو . أما خدر الزهرة فينقلب ثمرة .

وفضلا عن ذلك فان فعل الأخصاب كثيرا مايسبب النمّو والتغير فى التخت وعود الزهرة كما فى التفـاح والكمثرى والشليك . ومن النباتات المزروعة كأصناف الخيار والعنب والأناناس والبرتقان والموز ماينتج "ثمـارا لا بزرية" إذ تنمو جدر المبايض نمّوا كبيرا دون أن تتولد معها بزور . أما الثمـار فى الطماطم

والبطيخ والبرقوق وغالب النباتات فاما أن لاتتولد مطلقا وإما أن تسقط قبل أن تبلغ حجمها الطبيعى بزمن طويل وذلك اذا لم يحدث الأخصاب .

كون نمو البزور يؤثر فى نمو الثمرة أمر يرى اذا راقبت نمو زهرة تفاح يكون قد لقح فيها خمس من أسديتها وبقى الباقى غير ملقح . فان "الثمرة" التى تنشأ من مثل هذه الزهرة (التى لم يكمل تلقيحها) تجىء مشوهة إذ تكون ذات جانب واحد أى غير ذات تناظر فى شكلها إذ لاتنتج البزور من قربلاتها إلا ما لقحت مياسمه ، ويلاحظ أن جزء "الثمرة" الذى فيه البزور هو الذى ينمو أسرع من الجزء اللابزرى بكثير .

وكذلك الأمر فى الطماطم والشليك فانهما اذا لم يكمل تلقيحهما كانت ثمارهما غير منتظمة الشكل ذات جانب واحد .

ويحتاج لأخصاب البيضة الواحدة الى حبة لقاح واحدة ولكن الأزهار تنتج من حبوب اللقاح أكثر مما تقتضيه الضرورة لتلقيح البيضات الكائنة فى جوف قربلاتها . على أن هناك بينات تثبت أنه اذا كانت هناك وفرة فى اللقاح المرسل على مياسم الأزهار تنبهت أنسجة البريكارب (الغلاف الثمرى الكلى) ونمت نموا كبيرا وأصبحت الثمرة تبعا لذلك أكبر منها اذا أرسل على المياسم مقدار من اللقاح أقل .

٥ — التلقيح (Pollination) والاخصاب الذاتى (Self-fertilisation) والاخصاب الخلط (Cross-fertilisation) — يفهم مما سبق أن عملية الأخصاب فى النباتات ذات القربلات المقفلة تمام الاقفال تتوقف على مايسبقها من سقوط حب اللقاح على ميسم قربلة الزهرة . والحبوب اللقاحية وان أمكن دفعها الى الانبات على غير المياسم من أجزاء القربلة فان الأنابيب اللقاحية ليس لها القدرة على اختراق أنسجة القربلة إلا

اذا وضعت على ذلك الجزء المخصص لقبولها وهو الميسم . هذا الانتقال اللازم ، انتقال الحبوب اللقاحية من متوك الأسدية الى مياسم القربلات ، يسمى "التلقيح" .

واذا كان الميسم يتلقى اللقاح من متوك نفس الزهرة قيل للزهرة "ذاتية التلقيح" (Self-pollinated) على أنه يغلب أن الميسم فى زهرة يصيب لقاحا من زهرة نبات آخر ففى هذه الحالة يقال للزهرة التى تتلقى هذه اللقاح "ملقحة تلقيحا خلطا" (Cross-pollinated) .

على أن الأمر يحتاج الى لفظ بسيط للتعبير عن الحالة الوسطى حيث ينتقل لقاح زهرة الى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات .

اذا عقب التلقيح الذاتى أخصاب قيل للنباتات "ذاتية الأخصاب" (Self-fertilesed) أو "جوارية الأخصاب" (Crose-fertilised) ، أما قولهم "الأخصاب الخلط" (Closs-fertilition) فيطلق على الأحوال التى يكون فيها اللقاح المخصب واردا من زهرة أخرى على نبات آخر من نفس نوع نبات الزهرة الأولى .

وبما أن أعضاء التناسل فى أكثر النباتات متجاورة فى نفس الزهرة فقد يظن أن الاخصاب الذاتى هو مايجرى عادة بين النباتات الزهرية . نعم ان عددا من النباتات ذات الأزهار المتفتحة تخصب اخصابا ذاتيا ومنها مالا تتفتح أزهاره مطلقا كالبنفسج والشعير والأوكساليس فهى لذلك مؤكدة الاخصاب الذاتى ولكن دلت الملاحظات الدقيقة على أن عددا كثيرا من النباتات الزهرية انما تخصب اخصابا خلطا وقد دلت التجارب على أن النباتات التى تخرج من بزور لقحت أمهاتها من الأزهار تلقيحا خلطا تكون

فى كثير من الأحوال أطول وأجسم وأقوى وأسرع الى اخراج الأزهار وأكثر بزورا من تلك التى تنتج من الاخصاب الذاتى .

ويرى فى النباتات الزهرية كثير من المسائل الطبيعية يقصد منها ترجيح الاخصاب الخلط على الذاتى أهمها ما يأتى :

(١) كون الأزهار منفردة الجنس (Diclinous) غالبا (صفحة ٧٥) أى أن آلاتها التزاوجية تكون فى أزهار منفصلة سواء كانت هذه الأزهار على نفس النبات كما فى الخروع والصنوبر والذرة أو على أفراد نباتات مختلفة بعضها عن بعض كما فى النخل والصفصاف .

(٢) ان كانت الآلات التزاوجية الذكرية والأنثية فى الأزهار المتحدة الجنس (Monoclinous) متجاورة بعضها من بعض فالغالب أنها لاتبلغ فى وقت واحد . وتسمى النباتات التى تحمل أزهارا من هذا القبيل "ديكوجامية" (Dichogamous) .

وهناك صنفان من الأزهار يوجدان على النباتات الديكوجامية أحدهما (١) الأزهار البروتاندرية (Protandrous) أى تلك التى تبلغ متوكها وتنثر لقاحها قبل أن يكون الميسم فى حالة يصلح معها لاستقباله . وثانيهما (٢) الأزهار البروتوجينية (Protogynous) وهى التى يكون ميسمها صالحا لاستقبال اللقاح قبل أن تنفتح المتوك وتنثر لقاحها .

والأزهار البروتاندرية كثيرة جدا منها عباد الشمس والفول والجزر والبقدونس وغالب أفراد الفصيلة الخيمية (Ambelliferae) والبقلية والمركبة والشفوية (Labiatae) . ففى هذه يأتى اللقاح اللازم لاخصاب الزهرة من زهرة أخرى أصغر منها عمرا وذلك نظرا لأن لقاحها يكون قد أطلق قبل أن يتهيأ الميسم لقبوله .

أما نوع الأزهار البروتوجينية فأقل شيوعا من الأولى ومن أمثلته أزهار التفاح والكمثرى ولسان الحمل وبعض النجيليات والحلفاء . فى هذه الأزهار تتلقح المياسم من متوك أزهار تكون قد تفتحت من قبل وتكون متوكها دون البلوغ ومياسمها تامة بالغة .

(٣) فى النباتات المتحدة الجنس الهوموجانية أى التى تنمو وتنضج آلاتها فى وقت واحد تكون المسافة بين المتوك والميسم . أو موضعها بعضهما من بعض بحيث يكون انتقال اللقاح من المتوك الى الميسم غير محقق .

(٤) من النباتات ما لا يكون للقاحه أثر مخصب فى البيضات التى تنتج فى نفس الزهرة التى هو منها .

نقل اللقاح — بما أن حبوب اللقاح ليس لها قوة التحرك الذاتية فلا بد من نقلها من زهرة الى زهرة بعامل خارجى .

ففى بعض الأحوال يسبب حيوان القوقع والطيور وكذا تيارات المياه نقل اللقاح من مكان الى مكان ولكن أهم العوامل التى تحمل حبوب اللقاح من زهرة الى زهرة هى :

(١) الريح .

(٢) الحشرات .

وتسمى الأزهار التى تلقح تلقيحا خلطا بواسطة الريح تسمى "ريحية التلقيح" (Anemophilous) أو (Wind-pollinated) فأما الأزهار التى يحدث التلقيح فيها بواسطة الحشرات فتسمى "حشرية التلقيح" (Entomophilous) أو (Insect-pollinated) وقد يتجاوزون فتوصف ريحية التلقيح من الأزهار بريحية الاخصاب وحشرية التلقيح حشرية الاخصاب ولكن يجب

أن يفهم أن وظيفة الريح والحشرات ليست إلا مجرّد نقل حبوب اللقاح من متوك زهرة الى ميسم أخرى وأن هذين العاملين ليس لهما دخل مباشر فى عمل الاخصاب الذى يحدث فى البيضة بعد التلقيح .

ومن النباتات التى تتلقح أزهارها بواسطة الريح حشيشة الدينار والعرق المسهل (Dock) وكل النجيليات تقريبا والحلفاء (Sedges) وكثير من الأشجار والشجيرات .

وأزهار هذه النباتات صغيرة فى العادة غيرظاهرة ولا رائحة لها ، ثم لا يوجد لها "عسل" (Nectar) أما حبوب لقاحها فوافرة جدا وسطحها ناعم جاف والمتوك فى كثير من الأحوال خيوط نحيلة طويلة يسهل على النسيم العليل تحريكها . أما مياسمها فالغالب أن تكون كبيرة جدا ريشية الشكل مهيأة لاقتناص حبوب اللقاح الطائرة . ومن النباتات ذات الأزهار الحشرية التلقيح الورود والبرسيم ولهذه فى العادة بتلات أو سبلات زاهية اللون ، فاغمة العطر توجد غددها التى تفرز الرحيق وهو سائل حلو المذاق يسمى فى العرف "عسلا" على أجزاء شتى من الزهرة . أما حبوبها اللقاحية فأقل وفرة من ريحية اللقاح ، سطحها فى العادة منمق لزج يساعدها على التعلق بعضها ببعض وبأجسام الحشرات . ومياسم هذه الأزهار صغيرة بالنسبة لغيرها واذا كانت متهيئة بها للتلقح تخرج أحيانا سائلا لزجا تلتصق به الحبوب اللقاحية مباشرة وفيه يسهل انباتها .

وأهم الحشرات التى تغشى الأزهار هى الخنافس والذباب والفراش وأبو دقيق والنحل ، يدعوها اليها مافى الأزهار من لون بهيج و رائحة عطرة ورحيق شهى انه ليساعد هذه الحشرات على تمييز النوع الذى تريد غشيانه .

وتتغذى الحشرات بالرحيق والى حدّ ما بحبوب اللقاح الذى تأخذ بعضه من الأزهار الريحية التلقح التى لا تشتمل على شئ من الرحيق . والنحل وغيره من الحشرات تؤدى أثناء سعيها الى معاشها خدمة غير مقصودة للنباتات التى تزورها وذلك باحداث التلقيح الخلط واذا كان الرحيق مكشوفا أو سهل الوصول اليه كما فى أفراد الفصيلة الخيمية اجتذب اليه كثيرا من أصناف الحشرات التابعة لعشائر مختلفة . ويزحف كثير منها هنا وهناك فيلقح الأزهار ذاتيا على أن الرحيق فى كثير من الأحوال يفرز ويختزن عند قاعدة التويجات الأنبوبية والكؤوس الطويلة أو فى أمكنة يصعب الوصول اليها إلا على الحشرات كالفراش وأبى دقيق والنحل وهى التى لها خراطيم وألسنة طويلة ، أو تكون ذات شكل أو وزن خاص من الجسم . فالحشرات تمس المتوك فى مثل هذه الأزهار أثناء سعيها وبحثها عن الرحيق فيعلق اللقاح بأجسامها . والغالب أن يكون هذا العلوق بنقطة خاصة من جسمها فاذا انتقلت الحشرة بعد ذلك الى زهرة أخرى مست هذه النقطة ميسمها فحدث التلقيح الخلط .

ومن أمثلة تهيؤ الزهرة لزيارة الحشرات الكبيرة الجسم ما يرى فى اللاركسبير (Larkspur) أو الدلفينيوم (Delphinium) الذى هو نبات شائع فى البساتين (أنظر الشكل ٩٢) .

ونبات اللاركسبير هو من الفصيلة الرانكيولاسية (Ranunculaceæ) زهرته غير منتظمة الشكل وبناؤها مهيأ لزيارة الحشرات . وفضلا عن ذلك فانه لا يزور هذه الزهرة إلا الحشرات التى لها خراطيم طويلة ويستحيل أن يحدث التلقيح الذاتى فى هذه الزهرة إذ أن الأسدية تنضج قبل القربلات .

(شكل ٩٢)

وكأس هذه الزهرة ظاهرة بينة وتشتمل على خمس سبلات زرقاء ، منها واحدة هى "الظهرية" ممتدة على شكل مهماز طويل يقع فيه مهمازا البتلتين الظهريتين بحيث يحميهما الأول من الأذى . وهما مكان الرحيق ويفرز العسل فى جوفهما .

والتويج فى نبات اللاركسبير مختزل جدا فالبتلتان الأماميتان صغيرتان وفى كل منهما حزمة من الشعيرات المستقيمة وتكونان بمثابة أدلة للحشرات فى سيرها . فاذا نزلت الحشرة على الزهرة وضعت خرطومها فى المسافة الكائنة بين البتلة الأمامية والبتلة الظهرية وتدفع خرطومها الى أدنى "المهماز" للحصول على العسل الذى تطلبه .

وفى الأزهار الصغيرة السن تغطى البتلات الأمامية الأسدية والقربلات فلا تأخذ الحشرة لقاحا ولا تعطى . واذا نضجت الأسدية اندفعت إلى أعلى حتى تقع متوكها فى سبيل خراطيم الحشرات فتغطى هذه الخراطيم بحبوب اللقاح عند نزولها وخروجها من مكان الرحيق . وبعد أن تنثر الأسدية لقاحها تذبل وترقد وعند ذلك تندفع القربلات الى أعلى واذا نضجت أخذت المكان الذى كانت فيه الأسدية فاذا نزلت حشرة بالزهرة وهى على هذه الحالة وكانت تحمل لقاحا على خراطيمها من زهرة أخرى مسح هذا اللقاح عن الخرطوم فنزل على المياسم أثناء نزول الخرطوم الى مكان الرحيق . وبهذه الطريقة يحدث اللقاح الخلط وغالب الأزهار الوحيدة التناظر (Zygomorphic) كالفول والبرسيم والنعنع وغيرها مهيأة تهيؤا غريبا مقصودا منه حدوث التلقيح الخلط بواسطة الحشرات . وكثير من هذه الأزهار اذا منعت عنها الحشرات يحدث فيها أخصاب خلط وعلى ذلك فهى لاتنتج إلا بزورا قليلة فى مثل هذه الظروف وقد لاتنتج شيأ مطلقا .

على أنه لابد من ذكر أنه وان كان كثير من الأزهار كأزهار الفول الرومى إما أن تكون غير قادرة على انتاج بزور أو تنتج قليلا ، عند تجنب الحشرات ، فان غيرها مما هو مهيأ تهيؤا خاصا للتلقيح الخلط بواسطة الحشرات ، والتى تتلقح بهذه العوامل تلقحا نافعا لها ، القدرة أيضا على الأخصاب لذاتى ، وتلجأ اليه عادة اذا اعتم الطقس أو فى الأحوال التى يندر فيها وجود الحشرات . مثال ذلك : أزهار البازلاء والفول القصير (الفاز يولاس فالجارى (Phaseolus Vulgaris) والدخان فانها تنتج بزورا اذا منعت قصدا عن التلقيح الخلط . وكثير من الأزهار البروتوجينية وهى فى حالة الطفولة تكون مهيأة للتلقيح الخلط ولكن اذا لم يحدث هذا التلقيح فان مياسمها تستقبل اللقاح فى العادة من المتوك المجاورة لها فى الزهرة فى عهد آخر متأخر من عهود نمو الزهرة .

تج ١٦٢ : الخص هذه الأزهار الريحية التلقيح — النجيليات والحلفاء والبلانتين والعرق لسهل .

(١) لاحظ فقدان الكأس الظاهرة أو التويج .

(٢) جفاف اللقاح ورقة جزئياته .

(٣) اتساع سطح استقبال اللقاح من الميسم .

(٤) فقدان الرائحة والعسل .

تج ١٦٣ : الخص الأزهار الآتية التى تلقح بواسطة الحشرات :

الخشخاش والكرنب والبنفسج والقرنفل (Carnation) والبطيخ والفول وأنواع البرسيم وغيرها من النباتات البقلية والشليك والتفاح والكمثرى والبرقوق الجعضيض وعباد الشمس والجزر الأبيض والجزر العادى وغيرها من النباتات الخيمية واعمل فحصا عن هذه الأزهار فى أدوار مختلفة من نموها ولاحظ :

(١) هل هى بروتوجينية أو بروتندرية ؟

(٢) أين يفرز الرحيق و يودع؟ اذا كان هناك رحيق فقد يكون عند قاعدة الأسدية أو على تخت الزهرة أو المبيض أو فى أجزاء من البتلات والسبلات مبنية خصيصة لذلك . وكثيرا ما تكون بالبتلات حواف وخيوط لونية متجهة صوب مستقر العسل فى الزهرة فتلوح كأنما وجدت لتكون دليلا للحشرات الزائرة .

(٣) عيّن ما اذا كان هناك منزل خاص لوقوع الحشرات الزائرة عليه وحاول أن تعرف ما اذا كان الذى يمس أولا من الحشرات عند زيارتها هو الميسم أو المتوك .

(٤) راقب الحشرات وهى مشتغلة بامتصاص العسل أو جمع اللقاح كلما سنحت لك الفرصة .

٦ — النزاعة التزاوجية (Sexual affinity) ، التهجين (Hybridisation) والهجن (Hybrids) — لا يحدث اتحاد تزاوجى مخصب عفوا بين الخلية التوالدية الذكرية من حبة اللقاح و بين الخليـة البيضية الموجودة داخل البيضة بل لابد من وجود ارتباط أو نزاعة تزاوجية بين الأبوين حتى يمكن اتحـاد خليتيهما التاوالديتين .

على أنه ان كان الاخصاب الذاتى ممكنا وكان بين بعض النباتات عمليـة طبيعية فان التجارب تدل على أن لقاح الأزهار فى كثير من الأحوال ليس له أثر مخصب فى الخلايا البيضية من البيض الموجود فى نفس الزهرة التى منها اللقاح أو فى أزهار على النبات ذاته .

وفضلا عن ذلك فالعـادة أن الاخصاب بين الخلايا التوالدية من النباتات المختلفة بعضها عن بعض اختلافا كبيرا كالكرنب والبطاطس ، أو الخوخ واللفت لا يحدث مطلقا .

وقد يكون سبب قصور لقاح نبات مّا عن أخصاب بيضات نبات آخر فى بعض الأحوال ناشئا عن عجز حبة اللقاح عن انماء أنابيب لقاحية من الطول بحيث تسـتطيع أن تصل من الميسم الى البيضات الكائنة فى جوف المبيض ، أو أن تقوم أنسجة القلم عائقا ميكانيكيا فى سبيل سـير الأنابيب

اللقاحية . على أنه يظهر فى بعض الأحوال ان هنـاك سببا آخر غير مدرك يمنع المـادة الحية المكوّنة للخلايا التوالدية من بعض النباتات من أخصـاب بعضها بعضا . فاذا كان الارتباط بين الخليتين الذكرية والأنثية قريبا جدّا أو بعيـدا جدّا نقصت الخصوبة . ولابد لانتـاج أقوى ذرية مثمرة من أن تكون هنـاك درجة ما من التبـاين بين الخـلايا التوالدية التى يندمج بعضها فى بعض .

و يحدث أخصب اتحاد تزاوجى كما سبق الذكر بين الخلايا التوالدية التى تنشأ فى أفراد نباتات متباينة من نوع واحد .

فالذرية الحادثة من كل أخصاب خلط تنمو وتنتج عديدا من البزور قادرة على انتاج ذرية لا تقل عنها قوّة و بدانة وقد وجد أن الأصناف والسلالات التى من نوع واحد ، وان اختلفت اختلافا كبيرا كما بين البرىّ منها والمزروع ، يحدث أخصابها فى العادة أخصابا خلطا بسهولة . وعليه فان الأخصاب الخلط فى أصناف مختلفة من القمح والشعير واللفت والتفاح والقرنفل والورد وغيرها من النباتات يؤدّى الى انتاج ذرية . والذرية الحادثة من الاخصاب الخلط بين صنفين أو سلالتين من نوع واحد تسمى "سلالات خلط" (Cross breeds) أو "هجنا صنفية" (Variety-hybrids) والعـادة أن يكون للهجن الصنفية الصفات الآتيـة :

(١) أن تكون أكثر ترعرعا وأشدّ ضلاعة من أبويها . وجذرها أكثر امتدادا أو انتشارا فى العادة وفراخها وأوراقها كبيرة .

(٢) أن يكون نموّها أسرع من أبيها . وتزهر مبكرة وتنتج أزهارا أكثر من أبيها عددا .

(٣) اذا كانت أزهار الأبوين غيرمتشابهين فى اللون كانت أزهار الهجين الصنفى الناتج من خلط أخصابها محرزا لونهما . وذلك أن تكون فيه بقع متفرقة لامكسوا بلون خليط من لونى أبويه .

وكثيرا ما تكون الصفات الخاصة الأخرى الأبوية غير مختلطة فى الذرية ويسمى الهجين الذى لاتختلط فيه صفات أبوية " هجينا فسيفسيا " (Mosaic-hybrid) .

(٤) تكون قوة انتاج البزور قوية و بادرة ذريتها فى العادة شديدة النمو وقد وجد فى كثير من الأحوال أن لقاح زهرة بعينها لا يمكنه أن يلقح بيضة زهرة أخرى تخالفها مخالفة كبيرة ولكن ليس لدينا وسيلة نعين بها ما اذا كان من الممكن أن يحدث أخصاب خلط بين نوعين خاصين من النبات بنجاح بل لا بد لنا من معالجة ذلك بالاختبار الفعلى للبت فى الأمر .

وهناك أمثلة كثيرة على حدوث أخصاب خلط بين أنواع مختلفة من النباتات كما يجرى بين الراسبرى (Raspberry) والبلاكبرى (Black Berry) وبين القمح والشوفان و بين أنواع مختلفة من الشليك (فراجاريه) وأنواع شتى من البلارجونيوم (Plargonium) والديانثس (Dianthus) والنرجس والفيولا (Viola) والجلاديولاس (Gladiolus) وكثير غيرها من النباتات الزهرية الزينية ويسمى الأخصاب الخلط الموجود بين أنواع متميزة من النباتات "تهجينا" (Hybridisation) وتسمى ذرية هذا الاخلاط "بالهجن" (Hybrids) واذا كانت الأنواع المختلطة تتبع جنسا واحدا سميت الذرية أحيانا "هجنا نوعية" (Species-hybrids) تمييزا لها عن الهجن الجنسية (Genus-hybrids) أو الهجن المزدوجة الجنس (Bigeneric-hybrids)

التى هى ذرية أنواع تابعة لأجناس مختلفة ولا يعرف من الأخصاب الخلط بين النباتات ما هو تابع لعشائر أو لفصائل متباينة إلا قليل وقد لا يوجد بتة بل الهجن الجنسية لا توجد إلا نادرا بالقياس الى غيرها والعادة أن الأنواع القريبة بعضها من بعض هى التى يسهل تهجينها .

والظاهر أن هناك أنواعا من بعض الفصائل تميل بطبعها الى التهجين وأصدق ما يرى ذلك فى الفصيلة المركبة والفصيلة لسوسنية (Iridaceæ) والفصيلة (Scrophulariaceae) .

أما فى الفصيلة الصليبية والبقلية والخيمية فالهجين غير شائع .

وتظهر على الهجين الناتج من أنواع متميزة من النباتات الصفات الآتية :

(١) اذا كان الأبوان يختلفان بعضهما عن بعض اختلافا كبيرا كانت ذريتهما فى العادة غضة صعبة التربية ولكن اذا كان الأبوان أقرب الى بعضهما نسبة كانت الذرية فى الغالب أطول وأقوى وأشد ترعرعا فى أعضائها الخضرية من أبويها .

(٢) الهجين، فى كل الأحوال تقريبا أقل خصوبة من أبويه : الآلاته التزاوجية ضعيفة بل يغلب أن تكون عقيمة عقما يستحيل معه تكوين البزور وقد لا يظهر عليه فى بعض الأحوال الميل أو القوة لانتاج أزهار . فاما ماينتج أزهارا و بزورا فالعادة أن تكون حبوب اللقاح فيه أصغر حجما وأقل عددا منها فى أبويه وتكون البيضات غير كاملة التكوين كثيرا أو قليلا . والآلات الذكرية التوالدية أسرع الى التأثر بالضرر من الآلات الأنثية .

(٣) العادة فى البتلات والأجزاء الملونة من الزهرة أن تكون أكبر وأبقى منها فى الأبوين . وأن يكون ازدواج الأزهار وغيره من التشوهات الباثولوجية أشيع فى الهجين منها فى أبويه .

(٤) فى النسيلة الأولى الحادثة من بزور حاصلة من تلقيح أنواع متميزة تلقيحا خلطا تكون جميع الأفراد النباتية فى أغلب الأحيان مماثلة بعضها لبعض وتشبه الأبوين كليهما . وتكون صفاتها من حيث صورة الجذر والساق والورقة والزهرة وحجمها جميعا حدا وسطا بين الأب والأم .

فأما أفراد الانسال الثانية أو ما بعدها أى الذرية التى تنشأ من التلقيح الذاتى أو التلقيح الخالط لأزهار الهجين فانها تختلف فى صورتها وفى غير ذلك من الأمور اختلافا كبيرا . فهى لا تشبه بعضها بعضا كما تتشابه أفراد النسيلة الأولى فقد يشبه بعض هذه الأفراد أمه مشابهة تامة وبعضها أباه وكثير منها تجتمع فيه صفات الأبوين متحدة الى درجات مختلفة . وفضلا عن ذلك فان كثيرا ما ترى فى الانسال الهجينية التى تأتى بعدها ، صفات جديدة لا توجد فى أى الأبوين .

(٥) يكون التهجين فى العادة متناوبا وان لم يكن هذا دائما . فان كان لقاح النوع (ا) مثلا يؤثر فى بيضات نوع آخر (ب) كان لقاح النوع (ب) فى العادة يؤثر فى بيضات النوع (ا) نفس تأثير ذلك .

وفى أغلب الأحيان لا يرى فرق فى ذرية الأخلاط المتناوبة .

وقد لوحظ أيضا فى أخلاط بعض الأنواع أن يشبه الهجين الناتج أحد النوعين أكثر من مشابهته الثانى دائما ولا عبرة بما اذا كان هذا النوع متخذا أبا أو أما للخلط .

ويسهل اخلاط كل الهجن تقريبا بلقاح مأخوذ من أحد نوعى أبويه أكثر مما يؤخذ من أزهاره هو أو من أزهار هجين آخر أصله أصل المأخوذ له . وتسمى الذرية الحادثة من مثل هذا الاخلاط "هجنا مشتقة"

(Derivative-hylrids) وأغلب الهجن المشتقة حدود وسطية بين الأب والهجين والأصلى فهى أكثر إثمارا من هذا الهجين . وبعضها يأتى من البزور أشبه بأبيه فاذا كانت هذه الهجن يلقح ثانيا من لقاح الأب نفسه فان الذرية الثالثة تشابه الأب ، الذى استمد منه اللقاح ، أكثر من سواه .

وباعادة الاخلاط مع نفس الأب الى النسيلة الرابعة أو الخامسة يضيع كل أثر للأب الثانى الأصلى للهجين أو يصبح غير مدرك فى ذريته ويمكن اخلاط الهجن الصادقة بأنواع أخرى تخالف الأبوين ويمكن اخلاط الذرية بنوع آخر مخالف لها مخالفة تامة وهذه الذرية تسمى "هجنا ثلاثية النوع" . (Trispeciphic-hybrids) بهذه الطريقة أمكن الحصول على نباتات اجتمعت فيها صفات ثلاثة أنواع أو أربعة أو أكثر . وذرية مثل هذه النباتات المختلطة شديدة الاختلاف بعضها عن بعض .

التلقيح الصناعى — طرق اخلاط النباتات : كثير من النباتات كالبطيخ والخوخ والطماطم والباذنجان التى لا تخرج أثمارا حتى تخصب البيضات يجب أن تلقح تلقيحا خلطا صناعيا اذا زرعت فى صوبة من الزجاج وأجبرت على الازهار فى أوائل الربيع أو فى أى أوان آخر من السنة لاتكون فيه الحشرات الملقحة كثيرة .

تجرى العملية بنقل اللقاح الى مياسم الأزهار بواسطة فرشاة من صوف الجمال أو ريشة من حشيشة الپامپس (Pampas Grass) أو بقطعة من ذنب الأرنب مربوطة بعصى صغيرة .

وفى الطماطم والخوخ وغيرهما من النباتات ذات الازهار متحدة الجنس قد يكفى مجرد هز النباتات لتوزيع اللقاح توزيعا صالحا ولكن خير طريقة لتلقيح

الخوخ والبطيخ أن يجمع اللقاح من المتوك بواسطة فرشاة من صوف الجمال ووضع الفرشاة وهى ممتلئة من اللقاح على مياسم الازهار ويحسن لتلقيح الطماطم أن يهز شئ من اللقاح من كثير من الأزهار ويجمع فى زجاجة غطاء الساعة أو ملعقة ثم تغمس مياسم الأزهار المراد تلقيحها فى ذلك .

وفى البطيخ حيث تكون الأزهار مستقلة الجنس تقتطف الازهار السداتية أحيانا من النبات وبعد طى التويج الى الوراء يمسح المتك المكشوف على مياسم الازهار القربلية المقصود تلقيحها أو توضع زهرة مذكرة فى تويج الزهرة وتترك كذلك ولاشك أنه لا بد فى هذه الأحوال وغيرها من أن تكون المتوك فى حالة انفقاح (أى انفتاح) حتى تكون حبوب اللقاح مستوفاة النمو سهلة الانحراج ويجب أن تكون المياسم فى حالة استقبال .

واذا أريد اخلاط أو تهجين صنفين أو نوعين خاصين من النباتات وجب أن يشرع فى ذلك باحتراس أكثر مما يستوجبه ذلك فتنتخب لهذه العملية زهرة أو أكثر مما يوجد على النبات الذى يتخذ أما أو حاملا للبزور ويمنع أن يصل الى مياسمها أى نوع من اللقاح إلا ما كان من النبات الذى يراد أن يتخذ أبا ولا بدّ قبل محاولة اخلاط نباتين من درس بنية ازهارها من حيث عدد آلاتها التراوجية وموضعها وتعرّف ذلك تعرّفا صحيحا ، وتبين ما اذا كانت هذه الأزهار بروتندرية أو بروتوجينية . وفضلا عن ذلك فانه يجب معرفة مظهر المياسم عند ماتتهيأ لتقبّل اللقاح وكذا طريقة انفقاح (انفتاح) المتوك وأوانه عند ما يبلغ اللقاح . فان لهذا كله فائدة عظيمة .

واذا كانت سطوح استقبال اللقاح من المياسم بالغة كانت رطبة أو لزجة وفى بعض الأحوال تتضخم وتظهر خشنة الملمس ومغطاة بنتوء صغيرة اذا

هى نظرت بعدسة . واذا كانت المياسم ثنائية الفصوص كان النصفان اللذان يكونان إذ ذاك غير ناضجين ملاصقا بعضهما لبعض فاذا بلغا افترقا والتوى كل منهما الى الخارج .

وتفصيل طريقة الأخصاب الخلط الفعلية تختلف باختلاف بناء الأزهار التى يراد اجراء العملية عليها وتتوقف على نظامها وكذا على ذوق من يجرى العملية ورأيه الى حدّ ما . والطريقة الآتية تؤدى الى نتائج محققة مرضية :

(١) انتخب أولا الزهرة التى يراد أن تكون حاملة للبزور ويجب أن يحصل هذا الانتخاب قبل أن تتفتح الزهرة وقبل أن تكون متوكها على حالة من البلوغ تسمح لها بنثر لقاحها وإلا فقد يكون التلقيح الذاتى أو الخلط بواسطة الريح أو الحشرات قد حصل .

واذا كانت الأزهار عديدة ومتلاصقة كما هو الحال فى أزهار التفاح والقمح وجب أن تخلط منها واحدة أو اثنتان فقط فأما الباقى فيزال حتى يكون لدى الزهرة المخالطة فرصة للنمو والتكشف أنسب لها .

(٢) افتح الزهرة وأزل الأسدية باحتراس بواسطة جفت دقيق الأطراف وذلك بأن يقبض على كل سداة من خيطها حتى لا تهرس المتك فتعرض لقاحها للانتشار واذا كانت الأسدية فوق البتلات حسن قطع الكأس والتويج والأسدية بمقص دقيق واياك أن تمس قلم الخدر أو ميسمه أو تؤذيه . وبعد عملية الجب هذه أو ازالة الآلات التراوجية المذكرة ، يجب حبس الزهرة أو الفرخ الحامل لها فى كيس من الورق يربط عند فمه حتى يمنع دخول الحشرات اليها ويحول دون التلقيح الريحى . ثم يترك الميسم حتى يبلغ وذلك يستغرق فى العادة يومين أو ثلاثة تبعا لسن الزهرة عند جبها .

(٣) اذا كان الميسم متهيئا للقاح فازل بعض أسدبة بالغة من أزهار النبات المأخوذ أبا للخلط المقصود و بعد هرس المتك بلطف على ظفر الأصبع بقصد اطلاق حبوب اللقاح انقلها بواسطة جفت الى الميسم . وللتأكد من دقة هذه العملية يجب أن تكون الزهرة التى أخذ منها اللقاح قد أودعت كيسا من الورق كما سبق الوصف وسمح لها بالانفقاح فيه .

فأما اذا أهمل هذا الاحتياط وأخذت الأسدية حيثما اتفق من أزهار متفتحة على الأب فلا يمكن أن يتأكد من حدوث الخلط المقصود إذ ربما كان قد وصل اليها لقاح غريب بواسطة الريح أو الحشرات .

(٤) ويجب بعد حدوث التلقيح أن تحبس الزهرة ثانيا فى كيس من الورق وتحفظ فيه حتى يتم اخصاب البزور وتبدأ الثمرة فى النمو عندئذ يمكن ازالة الكيس والترخيص للثمرة والبزور بالنضج كالمعتاد . ويجب فى الأثمار التى كالتفاح والكمثرى أن تحمى الثمرة الرخوة أثناء النضج بواسطة كيس من الشاش أو ما ماثل ذلك .

ملحق للفصل الثانى والعشرين

قوانين الوراثة المندلية

(MENDIALIAN LAWS OF INHERITANCE.)

١ — اتجهت الأنظار منذ سنة ١٩٠٠ الى القيام بتجارب عن خصال المهاجين أى الأخلاط المستولدة من أصناف من النباتات وعن خصال ذراريها وقد اهتدى جريجور چوهان مندل (Gregor Johann Mendel) الى عدة ملاحظات مهمة فى ألمانيا حوالى سنة ١٨٦٦ ولكن نتائج أعماله المنشورة وقوانينه فى الوراثة المشتقة من هذه الأعمال لم يلتفت اليها حتى سنة ١٩٠٠ حين اكتشف دفريز الهولاندى وكورانس الألمانى وتشيرماك النمساوى حقائق فى هذا الصدد تشبه ما توصل اليه "مندل" .

وقد كان معظم اشتغال "مندل" بالبازلاء العادية فاخلط عدة أصناف يختلف بعضها عن بعض فى خصلة بسيطة أو فى زوج من الخصال ومن تجاربه أنه أخلط صنفا من البازلاء بزرته مدورة ناعمة بصنف آخر بزرته مكرشة مفرضة فوجد أن ذريتهما تركبت من نباتات لم تحمل إلا بزورا مدورة ناعمة فأما خصلة التكرش التى فى نبات الأب المخالط فلم تر فى الهجين الناتج . وقد سمى الخصلة التى ظهرت فى ذرية الخلط الأول "سائدة" (Dominant) وأما الخصلة التى لم تظهر فسماها "متنحية" (Recessive) والبزور الناشئة من أخصاب أزهار الهجين المدور البزور أخصابا ذاتيا لم تنتج بازلاء مدورة البزور فقط بل أنتجت نباتات مكرشة البزور أيضا .

وقد وجد أن عدد البزور التى ظهرت عليها خصلة الاستدارة السائدة كان ثلاثة أمثال البزور التى بدت عليها خصلة التكرش المتنحية .

واستمر "مندل" فى توليد نباتات من هــذه البزور عدة أنسال فوجد أن البزور المكرشة أنتجت ذرية تشبهها وكانت من حيث الخصلة المتنحية خالصة كالأب الأصل ولم تخرج بزورا مدورة مطلقا .

أما البزور المدوّرة فكان مسلكها مختلفا عن تلك . وذلك أن بزرة من ثلاثة منها أنتجت ذرية تشبهها . وكانت خالصة من حيث الخصلة السائدة ولكن اثنتين من البزور المدوّرة فى كل ثلاثة منها أنتجتا ذرية حملت بزورا مدوّرة و بزورا مكرشة وكانتا هجينا كالخلط الأول وكانت نسبة البزور المدوّرة الى المكرشة منها التى أنتجتها هذه البزور ٣ الى ١

واذا فرضنا أن كل نبات ينتج ٤ بزور مثلا كان الجدول الآتى يبين نسبة كل نوع ناتج فى ثلاثة أنسال متوالية :

الأب ر مدوّر × مخاط مع الأب ش مكرش

انتج

رش أول نسيلة هجينية (يقال لها نسيلة ن١)

٤ مدوّرة (سائدة غير خالصة)

من هذه يحصل على

← ١٦ بزرة →

١٢ مدوّرة (سائدة) + ٤ مكرشة متنحية (ن٢)

[٤ خالصة (ر) + ٨ غير خالصة (رش)]

١٦ مدوّرة كلها خالصة (ر) — ٣٢ مدوّرة [٨ خالصة (ر) + ٢٤ غير خالصة (رش)] — ١٦ مكرشة خالصة (ن٣)

٢ — أما أن فى خصال النباتات مايسود على غيرها اذا أخلطت فقد كان معروفا قبل عهد "مندل" كما أنه كان يعرف أن فى نسيلة أو ذرية الأخلاط المتأخرة مايحصــل منه على أفراد تحمل من خصــال الأب مالم يكن ظاهرا فى النســيلة الأولى ولكن متوسط نسـبة عدد كل منها الى الآخر لم يلاحظ من قبل .

وأهمية عمل "مندل" هى فى شرحه للحقائق التى قدّمها .

فقد قدّم لنا نظرية فرضية مؤداها أنه اذا وجدت خصلتان تخرج احداهما الأخرى أو تعارضها كانت فى كل خلية من خلايا الهجين التوالدية أى الجميطة سواء كانت مذكرة أو أنثى تحمل خصلة واحدة فقط لا الخصلتين معا . أى أن كل جميطة فردية من هجين إما أن تحمل الخصلة السائدة من الأباء الأصليين وإما أن تحمل المتنحية لا كليهما .

والنبات الهجين الناتج من اتحاد خليتين توالديتين احداهما من بازلاء بزورها مدورة والأخرى من ذات بزور مكرشــة يشتمل على كل من هاتين الخصلتين وان لم تكونا فيه ظاهرتين أما خلاياه التوالدية فلا تحمل إلا خصلة الاستدارة أو صفة التكرش فى حالة خالصة ، وعليه فحبوب اللقاحية و بيضاته أو النوى التناسلى فيهــا إما أن تكون من المدور الخالص أو المكرش الخالص وفضلا عن ذلك فان "مندل" فرض أن عدد الخلايا الذكرية (والخلايا الأنثية) التى تحمل خصلة الاســتدارة هو فى المتوسط يســاوى عدد الخلايا الحاملة لخصلة التكرش .

وعلى هــذه الفروض يمكن فهـم نتيجة الاتحاد اذا لم يسمح بالاخصاب الذاتى ، ممــا يأتى :

نبات هجين ناتج من أخلاط أ بِ يحمل بزورا مدورة (ر) بأب يحمل بزورا مكرشة (ش) يحرز :

جميطات مذكرة — جميطات مؤنثة

بعض يحمل الصفه ر ← ر
« « « ش ← ش
= ١ ر ر
٢ ر ش
١ ش ش

لكل جمطية مذكرة تحمل خصلة (ر) الاستدارة فرصة ملاقاة جميطة تحمل ر أو س . فاذا قابلت (ر) أنتج النبات بزورا مستديرة وكانت تامة النقاء (ر ر) بالنسبة لخصلة الاستدارة أما اذا قابلت جميطة تحمل ش كان النبات الناتج هجينا لا ينتج شبهه .

وعلى ذلك نرى أنه فى المتوسط يتكون من الجميطات المذكرة التى تحمل صفة الاستدارة والتى تتحد اعتسافا مع الجميطات المؤنثة الموجودة ما يأتى :

نباتات ر ر خالصة
« رش هجينية } بنسبة ١ ر ر الى ١ ر ش

وكذلك نحصل من الجميطات المذكرة المحرزة لخصلة التكرش (س) ما يأتى :

نباتات س شـ خالصة
« ر شـ هجينبة } بنسبة ١ شـ شـ الى ١ ر شـ

فاذا كان اتحاد الجميطات اتحادا معتسفا فيه وكان عدد الخلايا التزاوجية المذكرة والمؤنثة التى تحمل كل منها خصلة ر أو ش وحدها، واحدا جاءت هذه النتيجة النسبية :

١ نبات	٢ نبات	١ نبات
ر ر	ر ش	ش ش
سائد		متنحى

وبما أن خصلة الاستدارة هى السائدة على خصلة التكرش فان النباتات الهجينية غير الخالصة تلوح مثل النباتات الخالصة (ر ر) وعلى ذلك تكون نسبة النباتات التى تظهر خصلة الاستدارة السائدة الى النباتات التى تظهر خصلة التكرش المتنحية ٣ الى ١ وهذا ما وجد "مندل" فى تجاربه أنه الواقع .

فلما أخلط الهجين بالأب الحامل لخصلة التكرش بدلا من اخصابه اخصابا ذاتيا كانت الذرية مكونة من بازلاء بعض بزورها مدور وبعضها مكرش بنسبة واحدة وهو ما يترتب أيضا على نظرية "مندل" .

جميطات الهجين — جميطات الأب

ر ← ش
ش ← ش
= ر ش
ش ش
ر ش
ش ش
= ١ ر ش
الى
١ ش ش

واخلط "مندل" كذلك بازلاء تختلف فى خصال أخرى كثيرة وحصل على نتائج تشابه ما سبق وصفه فمثلا أنه أخلط بازلاء ذات فلقات صفراء بأصناف ذات فلقات خضراء فوجد أن الأصفر سائد ولكن حدث انفصال فى النسيلة الثانية فظهرت بازلاء فلقاتها خضراء بنسبة بزرة مخضرة الفلقتين الى ثلاث بزور مصفرة الفلقتين .

٣ — الخصال التى يخرج بعضها بعضا أو يناقضه كالاستدارة والتكرش فى البازلاء تسمى "زوجا من الأليلومورفات" (Allelomorphs) .

والنبات أو الحيوان الذى ينشأ من اتحاد خليتين توالديتين مختلفتين يسمى "زيجوتا" (Zygote) أحيانا .

ويسمى النبات الذى ينشأ من اخصاب خليتين تزاوجيتين تحملان اليلومورفات شبه بعضها هو "موزيجوتا" (Homozygote) أى متشابه (ر ر مثلا) .

فأما اذا كانت الخصال الاليلومورفية متضادة فيسمى النبات الناتج "هيتروزيجوتا أى غير متشابه" (Heterozygoe) مثل (رش) .

٤ — هذا وقد وجد بالتجارب أن ما يأتى يسلك مسلك الأزواج الاليلومورفية من الخصال .

فى	سائدة	متنحية
البازلاء	عادة الاستطالة	عادة القصر
	اصفرار الفلقة	اخضرار الفلقة
	اسمرار الجلدة	ابيضاض الجلدة
	استدارة البزور	تكرش البزور
القمح	غياب السفا	وجود السفا (Awans)
	خشونة الأتب	نعومة الأتب (Chaff)
	احمرار الأتب	ابيضاض الاتب
الذرة...	نشوية الاندوسبرم	سكرية الاندوسبرم
الليشنس (Lychnis)	الشعرية	النعومة
الكليدونيوم ماچوس (Chelidonium Majus)	بتلات كاملة	بتلات مفصصة
الأونوثرا (Œnothera)	استطالة القلم	قصر القلم
الجلبان	بيضية حبوب اللقاح	استدارة حبوب اللقاح
كثير من النباتات	الأزهار الملونة	الازهار البيضاء

بعد معالجة "مندل" نباتات من البازلاء تختلف فى زوج من الخصال عمد الى أخلاط أصناف منها فيها زوجان من الاليلومورفات وعيّن توزع الملامح الأبوية فى الذرية .

اذا اختلطت بازلاء مدورة ذات فلقات خضراء بأخرى ذات تكرش وفلقات صفراء كان عندنا زوجان من الأليلومورفات ؛ (١) زوج مدور ومكرش و(٢) زوج أخضر وأصفر .

(١) البزور المدورة		تسود على البزور المكرشة
(٢) الفلقات الصفراء	« «	الفلقات الخضراء

هنا يرى أن الخلط الأول أى النسيلة (ن١) يشتمل على بازلاء صفراء مستديرة فقط .

وبحدوث الاخصاب الذاتى يحصل على النسيلة (ن٢) . وهذه النسيلة تعطى أربعة أصناف من البازلاء هى :

(١)	مدور أصفر	(٣)	مكرش أصفر
(٢)	« أخضر	(٤)	« أخضر

على النسبة الآتية :

٩ : ٣ : ٣ : ١

مدورة صفراء مدورة خضراء مكرشة صفراء مكرشة خضراء

واثنان من هذه الأصناف يشبهان أباهما الأصلى فى المظهر . وفضلا عن ذلك فقد حصل على صنفين جديدين من البازلاء أحدهما أخضر مكرش وثانيهما مدور أصفر .

واذا رجعنا الى نظرية "مندل" الفردية كانت هذه النتيجة من حيث لون البزور ونسبة أحد النوعين الى الآخر كما يتبين لك من هذا الرسم .

أب   أب

ر ص × ش خ

مستدير أصفر   مكرش أخضر

ر ص ش خ

أى بازلاء صفراء مدوّرة مادامت الاستدارة والصفرة تسودان على التكرش والخضرة على التناظر فتكون جميطات الهجين كما يأتى :

ذكر	أنثى
ر ص	ر ص
ر خ	ر خ
ش ص	ش ص
ش خ	ش خ

وللجميطات المذكرة ر ص فرص متساوية من مقابلة ر ص أو ر خ ش ص أو ش خ .

وكذلك ر خ فرص متساوية من مقابلة ر ص أو ر خ ش ص أو ش خ .

وكذلك ش خ فرص متساوية من مقابلة ر ص أو ر خ ش ص أو ش خ .

وكذلك ش خ فرص متساوية من مقابلة ر ص أو ر خ ش ص أو ش خ .

وترى الاتحادات الممكنة فى الجدول الآتى :

جميطات مذكرة

جميطات مؤنثة	ر ص	ر خ	ش ص	ش خ
ر ص	ر ص ر ص ١	ر خ ر ص ١	ش ص ر ص ١	ش خ ر ص ١
ر خ	ر ص ر خ ١	ر خ ر خ ٢	ش ص ر خ ١	ش خ ر خ ٢
ش ص	ر خ ش ص ١	ر خ ش ص ١	ش ص ش ص ٣	ش خ ش ص ٣
ش خ	ر ص ش خ ١	ر خ ش خ ٢	ش ص ش خ ٣	ش خ ش خ ٤

(١) فالمرقم (١) الذى يحدث فيه ر ص يكون كل أفراده سواء فى المظهر . أى بازلاء مدورة صفراء اذ الاستدارة والصفرة خصلتان سائدتان ويوجد من هذا الفريق تسعة .

(٢) ثلاثة مرقمة (٢) هى ر خ ر خ ، ش خ ر خ ، ر خ ش خ تكون بازلاء مدورة خضراء إذ أن المدور سائد على المكرش ، ص غائب .

(٣) ثلاثة مرقمة (٣) هى ش ص ش ص ، ش خ ش ص ، ش ص ش خ ، تكون بازلاء مكرشة صفراء . إذ أن الاستدارة غائبة والصفرة سائدة على الخضرة .

(٤) واحد مرقم (٤) هو ش خ ش خ يكون بازلاء مكرشة خضراء والبازلاء الخضراء المكرشة هى صنف جديد اذا زرع أنتج شبهه اذا أخصب اخصابا ذاتيا وذلك لفقدان الصفرة منه والاستدارة .

وأحد الثلاث البزور المكرشة الصفراء ش ص ش ص ينتج شبهه
« « المستديرة الخضراء ر غ ر غ « «
فأما الباقى فغير خالص أى هو هجين بالنظر الى زوج البيلومورفى أو آخر غيره.
وعليه ينفصل عند حصول الاخصاب الذاتى فى طرائق شتى .

يرى من المثل المضروب أن بعضا من الخصال الموجودة فى صنفين منفصلين من النباتات يمكن اتحادهما فى صنف واحد وليس هذا المثل وحيدا فى بابه فقد حصل على كثير غيره بالتجربة .

٦ — ان الرأى المندلى القائل بوجود خصال وحدية مميزة بعضها عن بعض قادرة على أن تورث مستقلة بعضها عن بعض قد حقق ما نعلم عن طبيعة الوراثة وعن بنية السلالات الخالصة والمهاجن أو الأخلاط .

فالفرد الذى من سلالة خالصة هو ما نشأ من اتحاد خلية مذكرة بأخرى مؤنثة تشتمل كل منهما على عناصر أى خصال مماثلة لما فى الأخرى . أما الهجين أو الخلط فهو ما نشأ من خلايا تزاوجية تحمل عناصر البيلومورفية متباينة وقد يكون النبات خالصا بالنسبة لخصلة واحدة على أنه يكون خلطا بالنسبة لخصلة أخرى .

هذه النظرية الفرضية نظرية تميز الخصال الوراثية تساعد جهود مربى النباتات مساعدة كبرى من حيث انها تدل على السبيل التى ينبغى أن يسير فيها الاخلاط لاحداث الاتحاد المرغوب فى نبات واحد ، من خصال لا توجد إلا فى أصناف متفرقة وتجعل انتخاب المربى لما يريد من بين ذرية الاخلاط ، للحصول على النتيجة المرغوبة ، أبسط وأقوم من ذى قبل .

٧ — وقد عرف من زمان طويل بين المهجنين أن بعض الأصناف المخلطة من النباتات التى تبدو عليها خصال تخالف الأب أو الأم لا يمكن

تثبيتها فاذا أخصبت بعد ذلك اخصابا ذاتيا لم تر الخصلة الجديدة فى الذرية كلها بل يوجد كثير من الأفراد الشاردة (Rogue) التى يجب اقتلاعها . أما الضرب الجديد فقد ظهر أنه لا يمكن تثبيته بأى مجهود من الانتخاب أو الأخصاب الآتى .

هذه الاشكال الهجينية فى العادة زيجوتات غير متشابهة ولا بد لها تبعا لنظرية "مندل" من أن تنقسم الى ٢٥ فى المائة من صنف الأب و ٢٥ من صنف الأم أما الخمسون الباقية فتبقى هجنا .

والمندلية كذلك تفسر كثيرا من أشكال الرجعى (Reversion) .
بعض الأفراد الراجعة التى تظهر بين ما يظن أنه عترة (Stock) فيما يقال خالصة منتخبة ليست إلا متنحيات لم تتح لها فرصة الظهور مطلقا. قد يكون أغلب العترة المنتخبة المذكورة خالصا حسب رأى "مندل" ولكن اذا كان بعضها غير خالص ولم يشتمل على الخصلة المتنحية فان هذه الخصلة لا ترى إلا عند حدوث الاخلاط بين أفراد محرزة نفس الخصلة المتنحية وقد تكون الفرص الملائمة لهذا الظهور بعيدة جدا نظرا لكثرة عدد الأفراد الخالصة التى اختلطت بها أفراد غير خالصة .

مثل هذه الأفراد الراجعة جديرة أن تنتج شبهها اذا هى أخلطت بعضها ببعض أو أخصبت اخصابا ذاتيا وهذا ما يحدث أحيانا .

وهناك أنواع أخرى من الرجعى لا تنتج شبهها فيما بينها فى النسيلة الأولى (ن١) ولكنها بالرغم من ذلك تحدث مقدارا صغير النسبة المئوية ينتج شبهه بالنسبة للصفة الرجعية فى النسيلة الثانية (ن٢) وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون ذات طبيعة زيجوتية غير متشابهة وترى هذه الأحوال فيما يسمى "الرجعى بالاخلاط" ويمكن تفسيرها على الطريقة المندلية ولكن اذا أريد التوسع فى دراستها فلا بد من الرجوع الى المطولات التى لا تزال تكتب عن هذا الموضوع .

الفصل الثالث والعشرون

النباتات المزروعة وأصلها — تربية النباتات

١ — لم يزل الانسان من قديم الأزل يستمد كثيرا مما يقوم بأوده من عالم النباتات . فانه لما كان على الفطرة كان يسعى فى مناكب الأرض يغتذى بجذور كثير من أنواع النباتات الوحشية وسوقها وأوراقها وثمارها وبزورها كما يفعل أحط المتوحشين فى زماننا هذا . فلما استقر به المقام وزاد تعداد أفراده بدت له الحاجة الى انتخاب ما كان من النباتات ملائما له نافعا وزرعه بالقرب من محلته حتى يكون له مورد مضمون دائم من الغذاء .

ولكنا لاندرى من البادى فى ذلك ولا فى أى عهد من عهود تاريخ الجنس البشرى كان هذا الانتخاب ولا أول زرع لمختلف النباتات الوحشية التى جاءت منها أهم نباتاتنا الغذائية. وقد دلت أبحاث دى كاندول (De Candolle) وغيره أن أغلب خضراواتنا الشائعة وفواكهنا وغلالنا كانت فى مجرى الزرع أبد عدة مئات من السنين وفى بعض الأحوال عدة ألوف، تنوعت فى أثنائها تنوعا كبيرا .

اجل، إن الوحشى من أنواع الحنطة والذرة والفول العريض وقليل غيرها مما جاءت منه الأنواع الحديثة غير معروف. ولكن الصورة الأولى من مختلف النباتات الحقلية والبستانية ممكن معرفتها معرفة أكيدة أو شبيهة بذلك فانه عند مقارنة الأنواع المزروعة بالأنواع الوحشية يلاحظ أن الأولى تختلف عن الثانية فى أنها أشمل لمظاهر الترقى وفى تحسن طعم تلك الأجزاء التى من أجلها زرعت نباتاتها . فأما الأجزاء الباقية فتكون على حالها تقريبا فى نوعيها

الوحشى والمربى كالتفاح والكمثرى والبرقوق والشليك وغيرها من النباتات التى تزرع طلبا لثمارها فانك لتجد أن أزهارها وسوقها وأوراقها مشابهة لأمثالها فى الوحشى منها ولكن ما أشدّ مابين أثمارها من الاختلاف .

فأما فى أحوال النباتات التى تزرع طمعا فى جذورها فقط ، فانك لا تجد أكثر مظاهر الشرود عن الأصل الوحشى إلا فى الجذر ، ويمكن مشاهدة ذلك بمقارنة الجذور والسوق والأوراق والأزهار من نبات الجزر الوحشى بالجزر المربى بالزراعة .

يلاحظ أن للصفات الخاصة التى تميز النباتات المزروعة عن النباتات الوحشية علاقة بازدياد نفعها لبنى الانسان وأن الانسان هو الذى عمل على احداث هذه التنوعات النافعة . ولولا عناية الفلاح ودوام التفاته لاختفت هذه الأصناف المرقاة .

وفضلا عن العناية بابقاء الأنواع المزروعة عند ما بلغته من الكمال فان هناك مساعى مستمرة لتنويعها وتحسينها. فالأصناف القديمة مأخوذ فى تغييرها حتى تزداد غلة أجزائها النافعة أو يتحسن لونها أو حجمها أو صورتها أو طعمها أو أوان نضجها أو قدرتها على الاحتفاظ بصفاتها أوصلابتها. فأما الطرق التى تحدث بها تلك التحسنات فمشروحة فيما يلى من فقرات هذا الفصل .

٢ — الأصناف البرعمية أو النوابغ (Sports)

إن البراعم الموجودة على نبات واحد يشبه بعضها بعضا تشابها كبيرا حتى لتتكشف جميعها عن فراخ قريبة الشبه بعضها من بعض من حيث لون سوقها وصورتها وأوراقها وأزهارها وأثمارها . على أنه يلاحظ فى المعمرة من نباتات الحقل والبستان أحيانا أن من البراعم الموجودة على بعض النباتات

ما ينمو ويكون فراخا تختلف عن الفراخ الناشئة من البراعم الأخرى الموجودة على نفس النبات اختلافا كبيرا . كما يحدث فى الخوخ اذ يرى أن بعض براعمه تتكشف عن فراخ لاتحمل خوخا بل صنفا آخر يسمى بالانكليزية "نكتارين" (Nectarine) ، وكذا الأمر فى البرقوق الذى ينتج فى العادة ثمارا أرجوانية فقد وجد أنه ينتج فرخا يحمل برقوقا أصفر يختلف فى صفته عن أى نوع آخر معروف اختلافا كليا .

هذا التصنف الفجائى العظيم يسمى "التصنف البرعمى" (Bud-Variation) أو "النبوغ" (Sporting) وأكثر ما يصادف هذا النبوغ فى تلك الأنواع من النباتات المعمرة التى كانت فى مجرى الزراعة مددا طويلة جدّا وأندر ما يكون بين النباتات الحولية ويكون غير عادى فى المعمرات التى كان ادخالها ضمن مزروعات البساتين حديثا .

وقليل جدّا من النوابغ (Sports) ممكن تكثيره بواسطة البزور ولكن لا بدّ على كل حال من نقلها بعد ذلك من الأب . وتكثر بالتخضير أى بواسطة العقل والترقيد أو بواسطة البرعمة والتطعيم .

وكثير من أمثلة الأصناف الجديدة المستحدثة بالتصنف البرعمى يشاهد بين أزهار البساتين كالورود وأنواع القرنفل والكريزنتيموم والبلارجونيوم والخزامى .

وبهذه الطريقة نشأت كل أشكال الصفصاف وغيرها من الأشجار والشجيرات .

والبطاطس بين المغلات الحقلية خاضع للتصنف البرعمى ولكن حدوث ذلك نادر جدّا . فقد وجد أن من أصنافه التى تحمل درنات أرجوانية الجلدة

ما ينتج درنات فردية بيضاء بين الدرنات ذات اللون العادى وكم رؤيت درنات أرجوانيــة الجلدة وعليها عين بيضاء أو أكثر ، اذا قطعت وكثرت نمت الى نباتات لا تحمل إلا درنات بيضاء .

٣ — التصنف بين النباتات البادرية .

(ا) النوابغ البزرية (Seminal Sports) . انتخاب الأصناف وتثبيتها : من أهم خواص الأشياء الحية فى كل أنواعها قابلية التخالف فى ذريتها الحادثة بالتزاوج فبزور الفول مثلا تنتج نباتات فول دائما وحبوب القمح تولد نباتاته ولكن ليس فى هذين النوعين ولا فى غيرهما بادرتان متشابهتان كل المشابهة من كل الوجوه . فقد يكون التخالف مورفولوجيا فقط أى أنه ربما كان تغيرا فى شكل الورقة أو الساق أو غيرهما من أجزاء النباتات أو فى حجمها . وقد تختلف الأفراد اختلافا فيسيولوجيا عن أبويهما أو تختلف بعضها عن بعض . مثال ذلك : أنك تجد بين بوادر البطاطس اختلافا فى قدرتها على تكوين النشا واختزانه وفى امكانها مقاومة الصقيع واصابات الحشرات والفطر الطفيلية . ان الفروق بين الآباء وذريتها فى النباتات الوحشية هى فى العادة ضئيلة جدّا ولكن مقدار الاختلاف الذى يرى فى بادرات عديدة من النباتات المزروعة يكون أحيانا عظيما جدّا .

والباردة التى تختلف اختلافا محسوسا جدّا عن أمها فى بعض خصائصها المورفولوجية أو الفيسيولوجية تسمى "النابغ البزرى" (Seminal Sport) .

على أنه ان كان كثير من النوابغ البزرية يختلف اختلافا عظيما عن الأصل الأبوى الذى حصل عليها منه فلا يترتب على ذلك أن هذه الأصناف هى بالضرورة تحسنات على الأباء ؛ فان أغلبها مجرد عجائب أو أصناف أحط

من أبائها انحطاطا بينا ليست لها قيمة جوهرية فى نظر الفلاح أوالبستانى ، على أن منها مايحرز صفات من الجدة والبيان بحيث تجعلها جديرة بالزراعة .

ولعل هذا الصنف الأخير هو الشائع بين النباتات الزهرية الزينية حيث يكون كل تصنف جديد فى لون الأوراق أوالأزهار كافيا لجعل النبات جذابا .

ويؤدى البحث الدقيق فى أصل الكثير من أصناف التفاح والكمثرى وغيرهما من الفواكه الى أن أكثرها نوابغ بزرية مستنتجة من بزور زرعت عرضا فى الغابات والحقول بواسطة الطيور أو انزرعت من تلقاء نفسها فى البساتين وقد لفتت هذه الأشياء نظر بعضهم ممن عنى بالبحث فى الأصناف الجديرة بالاستجلاب والزرع .

وكثير من الأصناف الحديثة من الفواكه نشأت كنوابغ بزرية من پيپات أو عجمات (Pips) أو بزور انتخبت عفوا ، ويندر أن يأتى أحدها مطردا من بزرة فان الصفات الخاصة التى تبدو عليها ليست وراثية . مثال ذلك: بزور برتقان كوكس (Cox's orange) أوتفاح "ورستر برمين" (Worcester Pearmain) فانها اذا زرعت لاتنتج أشجارا تحمل تفاحا من هذين النوعين ، ولا بزور مختلف أصناف الورود والقرنفل (إلا فى أحوال نادرة) تنتج نباتات تحمل أزهارا مشابهة لآبائها . ولكن كون صفاتها لاتنتقل الى ذريات بادرية لايمنع نفعها إذ يمكن تكثيرها خضريا بسهولة كما هو الحال فى النوابغ البرعمية من النباتات المعمرة .

والنوابغ البزرية ليست نادرة فى النباتات الحولية ؛ ولكن لا بد فى مثل هذه الأحوال أن تكون صفاتها الخاصة وراثية اذ لا توجد طريقة عملية صالحة لتكثير هذه النباتات إلا بواسطة البزور . وهناك أمثلة عديدة على الحوليات

التى تنتقل منها الصفات الجديدة التى تلبستها الى كل نباتات بطونها التالية بغير حدوث تنوع أو تغير مادى فيها .

وتكاد الغلال الجيدة تكون كلها نوابغ بزرية من الفريق الذى اكتشف أصله على حافة طريق أو وجد ناميا بين نباتات محصول عادى . وقد كان للمستر "پاتريك شريف" (Patrick Sheriff) الايكوسى الذى أدخل كثيرا من جيد أصناف الغلال فى السوق عادة البحث فى حقوله الحنطية والشوفانية بحثا منظما عن نباتات تبدو عليها خصائص جديدة متميزة فى حبوبها وقشها ؛ وهو وان كان قد حاول احداث أصناف جديدة بواسطة الأخلاط وتكرار الانتخاب كما سيمر بك ، فانه يظهر أن خير ما أدخله انما جاء من النوابغ البزرية التى اكتشفها فى حقوله بكل ما كانت عليه يومئذ من الصفات العالية الفطرية والقابلة للانتقال الى ذريتها بغير تغير .

أما زرع عدد كبير من البزور المنتخبة حيثما اتفق من بزور التفاح والكمثرى وغيرهما من النباتات المرباة بالزراعة على أمل الحصول على صنف قيم يبدر بغتة فهو شئ أشبه بلعبة من ألعاب الصدفة التى يعترض فيها اللاعب شئ كثير من سوء البخت ولكن اتباع هذه الطريقة أدى غير مرة الى نتائج طيبة . فان أحد أصناف البطاطس الجيدة المحدثة وهو الصنف المعروف باسم "مجنوم بونام" (Magnum Bonum.) قد حصل عليه المستر جيمس كلارك اذ وجده بين حوض من البوادر المشتقة من مقدار من البطاطس المنتخبة حيثما اتفق وكذلك كثير من الأصناف النافعة والزينية من النباتات المزروعة فقد كان منشأها انتخاب أمهاتها عفوا فاذا حدث صنف جديد بين بوادر المعمرات ، كالشجيرات وأشجار الفواكه وأنواع الشليك والبطاطس والورد وغيرها من النباتات التى يمكن تكثيرها خضريا ، وكذلك اذا حدثت أصناف

جديدة من النباتات الحولية ، تكون خواصها قابلة للانتقال بواسطة بزورها انتقالا تاما الى كل أفراد ذريتها ، كان عمل مربى النباتات مقصورا على مجرد تكثير الصنف الجديد .

على أنه يوجد فى أكثر الأحيان أنه اذا زرعت بزور الصنف الجديد (أى النابغ الجديد) كانت أغلبية البوادر غير وارثة الملامح الخاصة التى للأب وانما تشابه النبات الأصلى الذى نبغ منه الأب . مثال ذلك : اذا وجد فى حوض من نباتات الطماطم الحاملة لثمار منحطة مكرشة ، فرد يحمل طماطم ناعمة مستديرة جيدة ، وجد أنه اذا زرعت بزور هذا الصنف النابغ كان عدد عظيم من نباتاته ذا ثمار مكرشة ولا يحمل منها شئ ثمرا ناعما مستديرا جيدا مطلقا وان حصل فيكون عددها قليلا جدا . واذا ظهر صنف جديد بين مغلات كثرت بواسطة البزور فالواجب أن لا يكتفى بزرع بزوره بل يسعى فى تثبيته حتى تكون كل البوادر الناتجة منه أو من أعقابه محرزة كل الصفات الخاصة التى لفتت الى أصلها نظر الزارع . ولا يمكن تثبيت صنف جديد دائم الصفات من مثل هذه النوابغ البزرية إلا باتباع الطريقة الآتية من تكرار الانتخاب .

تزرع بزور النبات الذى بدت عليه الملامح الجديدة ، ويسمح للبوادر المحرزة نفس صفات الأب الخاصة أن تنتج بذورا ، فأما غيرها فيقلع ويهمل . وتزرع بزور هذه الذرية الأولى ويجرى فى نتاجها انتخاب جديد ، ثم تزرع بزور ما كان منها محرزا نفس الصفات المرغوبة . وتكرر هذه العملية أبد عدة ذريات حتى لا يحتاج الأمر الى اقتلاع ، أى حتى تكون الصفات الجديدة قد استقرت فى الذرية جميعها فيقال للصنف عندئذ أنه ثابت وينمو مطردا من البزرة أى يحدث شبهه باستمرار . ويتوقف الوقت اللازم لتثبيت صنف ما

بهذه الطريقة ، على القوة التى فى النباتات لنقل صفاته الى نسله . وهذه القوة شديدة الاختلاف ولا يمكن وضع قواعد خاصة بها ، ففى بعض الأحوال قد يشبه خمسون فى المائة أو أكثر من أفراد النسيلة الأولى ، الأب الأصلى . وبزرع بزور هذه قد يأتى تسعون فى المائة من البوادر مشبها له ، ففى هذه الأحوال يكون تثبيت الصنف سهلا جدا ، وقد يمكن احداثه على مضى مدة ثلاث ذريات أو أربع . وفى بعض الأحوال يكون عدد النباتات المشابهة للأصل فى كل ذرية تالية قليلا جدا .

وقد لا يحرز مقدار كبير من النباتات التى يحصل عليها فى كل زرعة شيأ من صفات الصنف التى أراد مربى النباتات تقريرها حتى ولو أجرى الانتخاب عدّة ذريات .

قال ڤيلمورين (Vilmorin) إن بعض أصنافه المهجنة من القمح استغرقت ست سنوات أوسبعا فى مجرى الزراعة والانتخاب ، قبل ان أصبحت من ثبات الصفة بالدرجة الكافية لعرضها فى السوق اختبارا .

على أنه وجد أنه اذا استعملت تلك الطريقة لخمس نسائل أو ست من النباتات كانت كافية لتثبيت كثير من أصناف الغلال الجديدة ، والفول والحمص ، والكرنب ، واللفت ، والطماطم وغيرها من النباتات الحولية وذات السنتين ، ويحتمل أنه اذا زرع صنف من نبات معمر وأجريت فيه عمليات الانتخاب أبد عدد من الذريات قدر ذلك ، أمكن حمل هذا النبات المعمر على انتاج شبهه باطراد من البزرة ، على أنه لما كان الأمر يقتضى عدّة سنين حتى يمكن الحصول على بزور من معمرات بادرية كانت عملية تثبيت أصناف جديدة من مثل هذه النباتات ، بواسطة انتخابها وتكثيرها بالطريقة المذكورة ، نادرة الحدوث ، وعليه كانت كل أصناف الكمثرى والتفاح والشليك

والخزامى والنرجس وغيرها من النباتات المزروعة لاتأتى مطردة من بزور ، على أنه لا لزوم لهذا ، اذ يمكن تكثير النابغ الأصلى خضريا بواسطة العقل والدفانات والتطعيم والبصلات . ولا شك أن الأصناف التى ليست صفاتها الخاصة وراثية لايمكن تثبيتها مطلقا . أما الأصناف التى هى نتيجة التهجين فيغلب أن تختلف على استمرار عدّة ذريات فهى والحالة هذه صعبة التثبيت . وعلى هذا فاذا حووِل التثبيت كانت الذريات المتعدّدة التى تزرع بقصد اجراء عملية الانتخاب تستوجب الحماية والمنع من أن تخالط فى الأخصاب بأصناف أخرى أو بالبوادر غير المطردة بقدر الامكان . واعلم أن الأخصاب الذاتى اذا لم يجر بتطرف يؤدّى الى تثبيت صفات الأصناف الجديدة .

(ب) الأصناف البزرية أو البادرية

سبق القول أنه لا يمكن أن تكون بادرتان متشابهتين تمام التشابه حتى ولو كانتا مشتقتين من بزور مأخوذة من أصل واحد فانه لابد لهما من الاختلاف بعضهما عن بعض فى صفة أو أكثر . فقد لايكون لون الأزهار واحدا تماما ، وقد يختلف شكل الورقة ، أو ثخانة الجذر ، أو حجم الساق وعادة نموّها ، باختلاف الأفراد . فاذا كان التصنف أى الاختلاف عن النموذج المشترك ظاهرا بينا ، سمى النبات "نابغا بزريا" ؛ فأما البوادر التى فيها اختلاف لايكاد ينظر فتسمى "أصنافا بزرية" (Seminal Varieties).

وليس يوجد بين النابغ البزرى والصنف البزرى فرق جوهرى ، انما هو اختلاف درجة فقط .

هذه الاختلافات الضئيلة غير المدركة من النموذج المشترك هى من الأهمية بمكان عظيم ؛ إذ تدلنا التجارب أن كل واحدة من هذه الاختلافات تقريبا

ربما زادت زيادة كبرى بواسطة انتخاب النبات الذى تكون فيه الصفة شديدة الظهور فى كل جيل تال ، فان انتشار الصفة وثبوتها يسيران معا فى مثل هذه الأحوال . فاذا لوحظ بين حوض من النباتات التى تكون أزهارها فى العادة صفراء ، فرد أزهاره عليها مسحة ضئيلة من الحمرة ، كان من الممكن احداث وتثبيت صنف متميز أحمر اللون فى الزهر بواسطة انتخاب النبات الذى تكون فيه حمرة البتلات أشد ظهورا ، من كل بطن من بطون النابغ الأصلى . وليس الأمر مقصورا على امكان تنويع مسحات اللون الزهرى وزيادته ، بل انما يمكن زيادة كل الصفات الأخرى بالطريقة نفسها على أى حال كان مبدؤها فى النبات المنتخب .

فى سنة ١٨٩٠ زرع پروسكوڤتز (Proskowetz) بزورا من بنجر البحر (Sea-beet) حصل عليها من عينات نامية على شاطئ فرنسا الجنوبى فى ثرى جيد من تراب الحدائق . وكانت البوادر ذات جذور شديدة التفرّع مثل آبائها المتوحشة وأرسلت فراخا مزهرة فى نفس السنة التى زرعت فيها البزور . وكان متوسط المشتمل من السكر قليلا ، بالرغم من أنه كان يختلف ما بين ٠٫٣ و ١١٫٢ فى المائة .

وقد انتخبت نباتات هذه النسيلة ذات المحتوى السكرى الجيد وذات الجذور السميكة القليلة التفرّع وزرعت بزورها . فأشبهت أغلبية نباتات هذه النسيلة الثانية المنتخبة آباءها ولكن بعضا منها سلك مسلك ذات الحولين ولم يرسل سوقا مزهرة فى أول فصل من نموّه . وقد انتخب من هذه النباتات ذات الحولين فريق آخر وزرعت بزوره ، فكان للجذور ، نظرا لهذا الانتخاب ، وحسن تربيتها ، فى سنة ١٨٩٣ مشتمل سكرى متوسطه ١٥٫٩٣ فى المائة وكان متوسط وزن كل جذر ٤٢٦ جراما . وكان متوسط المشتمل السكرى

فى فريق آخر منتخب فى سنة ١٨٩٤ ، ١٦,٩٩ فى المائة وكان متوسط وزن الجذر ٣٦٨ جراما . وأنه وان كانت بزور هذه النباتات لم تزل تنبت قليلا من النباتات الحولية مشابهة لآبائها الوحشية الأصلية ، فقد اتضح أن أغلب البوادر كانت ذات حولين ، وكان شكل شجر الجذر ومقدار مشتمله السكرى يشبهان أصناف البنجر العادة مشابهة كبيرة .

ولأجل تعيين مقدار المشتمل السكرى الزائد وكذا الزائد فى حجم الجذر بسبب حسن تربة الحديقة التى أنبتت فيها بزور النباتات ، ولتعيين مقدار مافعله انتخاب أحسنها شكلا ، ورفض أردئها ، زرع جزء آخر من الحديقة فى سنة ١٨٩٠ بالبزور الوحشية وسمح للنباتات بالبقاء ونثر بزورها فانزراعها سنة بعد سنة ؛ وكان متوسط المشتمل السكرى لجذور هذه يرتفع سنة بعد أخرى .

ففى سنة ١٨٩٣ كان ٤,٥ فى المائة ، وفى سنة ١٨٩٤ كان ٩,٣٨ فى المائة ، وكان متوسط وزن الجذر فى سنة ١٨٩٣ ، ١٤٧ جراما وفى سنة ١٨٩٤ ، ٢٣٢ جراما . وبمقارنة هذه الأرقام بالأرقام السابقة يرى أن عملية الانتخاب قد ضاعفت المشتمل السكرى تقريبا وزاد متوسط وزن الجذر زيادة مذكورة .

وقد حصل دى ڤيلموران (A. L. de Vilmorin) بواسطة عملية انتخاب أجراها باستمرار فى أربعة أجيال من النبات ، من الجزر الأحشى الحولى الرفيع الجذر (Daucus Carota L.) على نباتات ذات سنتين لها جذور ثخينة شحمة تشابه بعض النماذج المزروعة العادية من الجزر فى شكلها ولونها وحجمها . ويقال أن الأستاذ باكمان (Buckman) قد أحدث صنف الجزر الأبيض (سفرانية) الكبير المجوف الرأس من الجزر الأبيض الوحشى الصغير الجذر بواسطة عملية من الانتخاب مشابهة لتلك .

ويمكن اعتبار هذين من الأمثلة على سرعة تنوع الأجناس المتوحشة بواسطة انتخاب وتكثير بزور مايعتبر أحسن نماذج نباتات الأجيال العديدة المتتالية وطرح غيرها من النباتات أو اهلاكها .

والأصناف المزروعة الموجودة والحالة هذه يمكن تحسينها أو جعلها أفيد مما هى فى الوقت الحاضر بطريقة مشابهة . وهذا بالاجمال أسهل كثيرا فى المعالجة من الأصناف الوحشية .

٤ — التصنف ، كيف يحدث ؟

مما سبق يفهم أن تحسين النباتات يتوقف مبدئيا على قابلتها للتصنف ؛ فانه اذا كانت النباتات كلها متشابهة ولم تختلف بعضها عن بعض مطلقا ، لم يمكن الانتخاب . وفضلا عن ذلك فانه لابد أن يكون التصنف فى النباتات المحدثة من البزور وراثيا وإلا فانه اذا لم تكن الصفة الخاصة التى فى فرد منتخب من النبات تنقل الى النسيلة التالية ، أصبح الانتخاب عديم القيمة . فمثلا لا يمكن حدوث تقدّم فى تكوّن نوع من النباتات الصلبة القش من صنف من الشعير أو القمح ذى سوق ضعيفة بواسطة انتخاب وتكثير نبات فرد قشه صلب ، إلا اذا كانت هذه الصلابة تنقل الى نسل النبات المنتخب .

ولا يمكن معرفة أى التصنفات ممكن نقلها الى بوادر النسل وأيها غير ممكن إلا بالتجربة الفعلية . ولا بد أن تكون تصنفات النباتات والحيوانات محدثة من تغيّرات نوعية فى بناء پروتوپلازمها . ولكن لم يعرف شئ قطعى عن طبيعة هذه التغيرات ولذلك كان حمل نبات ما على التصنف بطريقة مرغوبة خاصة أمرا يستحيل فى الوقت الحاضر . بل أن محاولة جعل نبات مايتصنف تصنفا ما مدركا أمر من الصعوبات بمكان ؛ إذ أن من الأنواع مايكون ثابتا جدا .

على أنه اذا ابتدأ التصنف ظهرت الصفة المطلوبة عاجلا أو آجلا بين النباتات ، فكأن أول خطوة فى سبيل تحسن فى النبات هى مخالفة النموذج أوجعل النموذج المقصود تحسينه يتصنف بأى طريقة كانت .

وبما أن تصنفات النباتات هى النقط التى يبتدئ منها التنوع أو التحسن ، فلا بد من البحث عما اذا كانت هناك طرق يمكن بها احداث التصنف .

وقد دلت التجارب على أن التصنف يمكن احداثه :

(١) بتغيير الأحوال الخارجية الحيوية للنبات .

(٢) بالاخلاط والتهجين .

وليس يخفى أن وفرة المواد السمادية يؤدى الى ترعرع مختلف أعضاء النبات ، فى حين أن نقص هذه المواد يؤدى الى انحطاط القوام والى نقص عام فى كل الأجزاء ، وعلى ذلك فجودة الأرض أو رداءتها تؤدّى الى التصنف فى النباتات وكذلك شدّة الضوء ، وحرارة الصيف أو برودته تحدث تصنفا فى حلاوة كل أنواع الفواكه تقريبا . كما أن حجم حبوب القمح والشعير وغيرهما من الغلال وكذلك حجم كثير من البزور وغير ذلك من أجزاء النباتات يتوقف أيضا على فلاحة الأرض التى هى مزروعة فيها ، وعلى الفصل وطول المدّة التى يجرى فيها النمو . وهناك أحوال خارجية أخرى تؤدّى الى تغيرات فى بناء أعضاء مختلفة من النباتات ووظائفها . وقد يقال بالاجمال ان التصنفات التى من هذا القبيل أى التى تحدث بتغير مقدار المواد الغذائية الموجودة فى التربة أو بتغير الفصل والطقس ، يندر أن تكون وراثية ، فان هذه التغيرات تظهر فى ظروف خاصة ، فاذا تغيرت هذه الظروف اختفت التصنفات .

فمثلا اذا زرعت أصناف طويلة من البازلاء والفول أو أى نبات آخر فى ارض ضعيفة ، فربما نتجت بطون متوالية من أفراد قصيرة ما دامت

الأرض ضعيفة . على أن بزور مثل هذه النباتات اذا زرعت فى أرض جيدة تحدث نباتات طويلة مباشرة ، وهذا دليل على أن عادة القصر التى أحدثتها تلك الأرض ليست تنوعا وراثيا دائما .

والقمح والشوفان وغيرهما من الغلال اذا زرعت فى أرض جيدة من الحدائق على فترات من الزمن طويلة كما فعل بعض مكثرى النباتات ، يتكوّن لها قش طويل وسنابل طويلة وحبوب كبيرة ، ولكن لايمكن انتاج صنف ثابت جديد منها بهذه الطريقة .

واذا زرع بنجر له جذور مخلبية بشكل (Fanged) بعضه ملاصقا لبعض ، لم تبق بينها مسافات كافية لتنمية فروعها المشوّهة ، وعلى ذلك يمكن حملها على اتخاذ شكل جيد . ومع ذلك فالبزور المنتجة من مثل هذه النباتات اذا زرعت تحت ظروف الزراعة العادية تحدث مباشرة نباتات ذات جذور مخلبية كأسلافها وعلى ذلك فمن الضرورى عند محاولة احداث صنف جديد من أى نوع من أنواع النباتات أن لا يكون التنوّع المتخذ قاعدة تجرى عليها عملية الانتخاب قد تسبب عن الظروف الخارجية فقط .

اذا كانت زيادة الحجم فى بعض الأعضاء هى الوجهة المرغوبة فى الصنف الجديد ، فربما كان خيرا أن تحدث نسائل متوالية من النباتات التى يراد عمل الانتخاب فيها فى أرض معتدلة الضعف بدلا من أرض قوية خاصة ، وأى ازدياد فى حجم فرد من النباتات عن غيره فى مثل هذه الظروف يقل أن يكون ناشئا عن زيادة السماد عرضا فى الأرض بل الغالب أن يكون مسببا عن صفة وراثية باطنية فى النبات المذكور .

وأوكد الطرق لاحداث التصنف فى نبات ماهى أخلاطه أو تهجينه بفرد آخر فى هذه العملية يحدث خلط فى پروتوپلازم نباتين متميزين وعلى ذلك

فالذرية تشتمل على مادة حية مشتقة من موردين متميزين مختلفين . وقد تكون النباتات الحاصلة فى بعض الأحيان من مثل هذا الخلط ، يماثل بعضها بعضا مماثلة قوية . على أن الذريات التالية تلوح عليها اختلافات كبيرة ، اذ ترى فى النباتات صفات الأبوين الأصليين مختلطة بدرجة شديدة الاختلاف وتلاحظ بينهما الخصائص التى لاترى فى الأبوين غالبا . وهذه الخصائص وان كانت فى ظاهرها جديدة هى هى الخصائص التى أحرزتها الآباء الأول أو أسلافها السابقة ، خصائص نقلت بحالة خفية على مضى عدة أجيال .

والتصنفات التى هى نتائج الأخلاط هى فى الغالب الأغلب وراثية أكثر من الصفات المنتجة بواسطة فعل الظروف الخارجية ، وفضلا عن ذلك فانه يمكن زيادتها فى العادة بواسطة الانتخاب . وليس الأخلاط وحده مفيدا لاحداث الاختلاف بين النباتات حتى يمكن البدأ فى الانتخاب ، بل يلجأ اليه أحيانا توسلا الى أن تجتمع فى صنف نبات واحد صفات لاتتوفر إلا فى نباتين مختلفين وصنفين متميزين . فاذا اختلط صنف غض القوام من النوع الجيد من وجوه أخرى بصنف صلب القوام من النوع الرديء ، أنتج أحيانا نسلا أو نسلين فيهما صفة الأول الجيدة وصلابة قوام الآخر . وكذلك الأمر فى غير هذين من صفات صنفين متميزين فانه يمكن خلطهما خلطا صالحا وان كان الأمر يحتاج الى الانتخاب فى أغلب الأحوال لتثبيت خصائص النموذج الجديد المحدث بهذه الطريقة . وهناك خصائص لا يمكن جمعها وتقويتها فى نبات واحد بأى طريقة ؛ ولذلك يحسن أحيانا أن يزرع صنف من النبات لغرض وصنف لغرض ثان ، بدلا من محاولة الجمع بين صفات متناقضة .

٥ — ارتباط الاختلاف (Correlated Variability) .

إن شتى أجزاء جسم النبات أو الحيوان هى من الارتباط بعضها ببعض بحيث ان أى تغير فى بناء أى عضو أو وظيفته يؤدّى فى الغالب الى تغير ضرورى فى عضو آخر . وطبيعة الاتصال بين التصنفات المرتبطة هى فى كثير من الأحوال ملتبسة ولكن وجود هذا النوع من الاختلاف جدير أن يعيه أولئك الذين يعنون بتحسين النبات . وفضلا عن ذلك فانه من المهم أن لايدخر وسع لتبين طبيعته ، إذ أن ادراك ما بين الأجزاء المختلفة من النباتات من العلاقات البنائية والوظيفية ادراكا صحيحا كاملا ، يساعد مربى النباتات على توفير كثير من الوقت الثمين . ولا شك أن قلة العلم فى مثل هذه الأمور قد أدّت بكثير من مربى النباتات الى محاولة المستحيل .

والمشاهد فى كثير من الأحوال أن مقدار الناتج وجودة الصنف أمران مرتبطان بعضهما ببعض بحيث ان زيادة أحدهما تؤدّى الى نقص الآخر ؛ بعد حدّ ما وأن محاولة جمع الصفتين فى صنف واحد مستحيلة . فلقد كانت كل محاولة للحصول على صنف من بنجر السكر يكون وافر الغلة الجذرية فى الفدان مرتفع نسبة المحتوى السكرى ، تخفق دائما اذا بلغ السكر فى الجذر مقدارا مئويا معلوما ؛ فاذا زادت نسبة السكر عن هذا المقدار المئوى أدّت هذه الزيادة الى نقص فى حجم الجذر ووزنه .

ويظهر أنه من المستحيل تربية صنف من القمح الأبيض ذى محتوى وافر من الجلوتين (Glutin) بحيث تكون قوة اغلاله لحبوب القمح النشوية فى الفدان الواحد كبيرة أيضا ، وتتوقف صعوبة هذه التربية على أن الزلاليات الجلوتينية تختزن فى الأكثر فى الطبقة المفردة من الخلايا الألورونية التى تمتلئ أولا ، اذ تمتلئ الأجزاء المركزية من الاندوسبرم بعد ذلك من مادة النشا على الأخص ؛ وكلما طالت مدة عملية التمثيل بعد امتلاء الطبقة الألورونية ازدادت الحبوب نشا وازداد المحصول كبرا .

وقد دلت التجارب على أن أصناف الشعير الرفيعة الساق تعطى أجود أنواع الحبوب اللازمة لمولت البيرة ، وأن تربية صنف منه تجتمع فيه جودة صنف الحبة وشدة صلابة القش ربما كان مستحيلا .

ومعلوم أن انتاج البزور وترعرع الأعضاء الخضرية أمران متضادان ، مثال ذلك : البطاطس فانه لما كانت الغلة من درناتها الجيدة كبيرة نزلت نسبة انتاجها للبزور نزولا كبيرا ، وكذلك الأمر فى الشوفان والقمح فان أصنافهما القصيرة القصب تعطى فى العادة مقدارا من الحبوب أكبر فى النسبة منه فى ذوات القصب الطويل . وكذلك اللفت الذى ينمو ببطء مستمر فانه يعطى مقدارا من الوزن الجاف فى الفدان أكثر من الصنف السريع النمو ، إذ أن هناك وقتا أكبر لصنع الغذاء وتجمعه وتمثيله فى الصنف الأول مما هو فى الصنف الثانى ؛ فأما محاولة انتاج صنف من اللفت سريع النمو بحيث يكون مرتفع القيمة الغذائية فانها تخفق بعد الوصول الى حدّ محدود من الجودة ؛ ولكن يوجد لحسن الحظ مجال واسع للعمل النظامى والتحسين قبل الوصول الى الحدّ المذكور ، وقد يصدق ذلك على كل النباتات الحقلية تقريبا ، إذ أنه لم يبذل من المجهودات المنظمة لتحسينها الى اليوم إلا قليل .

٦ — الرجعى (Reversion) انحطاط الأصناف (Degeneration of Varieties) .

يصبح الصنف الجديد من النبات مستقرا على التدريج وثابتا بواسطة اعدام الأفراد التى لا تشابه النموذج العام من كل جيل من أجياله . على أن لفظ "تثبيت" لفظ نسبى ، فانه كثيرا ما تظهر أفراد من "النباتات الكاذبة" أو الشريدة بين أفراد ذرية النبات بين فترة وفترة حتى ولو كان صنفا مربى جرت فى أجياله عملية الاعدام بانتظام ، ونسل من البزرة فى أثنائها مطردا .

مثال ذلك : الأفراد التى تشابه نبات البانسى (Pansy) المتوحش ڤيولا تريكولو (Viola Tricolor L.) فى شكل أزهارها وأوراقها وكذا فى حجمها ولونها فانها تبدو أحيانا بين النباتات المحدثة من بزور أجود نماذج نبات البانسى المربى الكبير الزهر ؛ وتحدث أحيانا بين محاصيل اللفت المخضر الرأس أفراد قرمزية الرأس . وكثيرا ما تبدو على الشريدة من النباتات (Rogues) صفات كانت فى أجداد الصنف الذى توجد فيه .

ويطلق على ميل النباتات الى الرجوع الى الصفات التى جرى العهد على فقدها لفظ "أتاڤيزم" (Atavism) الارتداد أو الرجعى (Reversion) .

ولا يبقى من الأصناف المكثرة بواسطة البزور على شكل النموذج الذى أخرجه المربى الأول إلا قليل منها أكثر من عدد محدود من السنوات ؛ وقد لا يبقى منها شىء بتة . ولما كان اعدام النباتات الشريدة فى كثير من الأحوال أمرا لا يقوم به من يزرعون البزور قياما وافيا فان ما يترتب على ذلك من الاختلاط بذرية النباتات المرتدة يدعو الى سرعة انحطاط الصنف فى النقاوة .

وفضلا عن جهل الزراع بأمر تمييز الأشكال المرتدة ارتدادا بسيطا وتراخيهم فى اعدامها ، فان هناك تغيرات تحدث فى النموذج بسبب اختلاف رأى كل زارع يوم ينتخبون الأفراد التى يتخذونها آباء للبزور . فانه اذا وجد ثلاثة زراع لصنف البازلاء الذى استحدثه المستر جابين (Gubbin) مثلا فلا بد لهم من الاختلاف فى الرأى عن المستر جابين نفسه وعن أنفسهم فى أهمية مختلف صفات البزرة الجيدة ؛ وعلى ذلك فاذا حصل الانتخاب كان ذلك من ثلاث نقط نظرية مختلفة ، فاذا انقضى أبد بضعة أجيال لم يبق صنف المستر جابين إلا بالاسم إلا اذا قام المستر جابين نفسه بعملية التكثير .

وعلى ذلك تنتج ثلاثة نماذج مختلفة تسمى بنفس الاسم . ولذلك كان من الواجب على الزارع والبستانى أن لا يغتر بالأسماء القديمة فانه لا يترب عليها الحصول على شئ نافع ؛ كما أنه لا بد من الاشارة الى أن ظهور اسم جديد لا يقتضى أن يدل على ظهور صفة جديدة فى البزرة التى أطلق عليها الاسم ؛ فقد تطلق أسماء جديدة على الأصناف القديمة يوم لا يمكن بيعها باسمها القديم .

وزراعة قطع صغيرة من الأرض بكثير من الأصناف المختلفة التسمية من نباتات الحقول والبساتين من النوع نفسه يفيد الزارع تجربة وخبرة قيمة .

وفضلا عن ذلك فان فى بذر قطع صغيرة من الأرض ببزور صنف من اللفت أو البازلاء يحصل عليها من ستة متاجر مختلفة من متاجر البزور درسا عظيما مفيدا ولكن مما يؤسف له أن الزراع لا يقومون بتجارب كافية من هذا القبيل .

(انتهى)

(المطبعة الأميرية ٤٠٤٢/١٩١٥/٣٥)